LOSSE NUMMERS F 8.50 BF 168

# MENS & WETENSCHAP

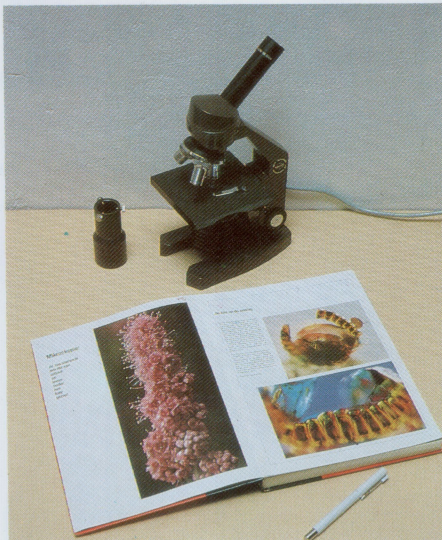
16e jaargang
no. 6 1989

MAGAZINE OVER MENS, NATUUR, WETENSCHAP EN TECHNIEK



## Themanummer "Zo.... of anders"

De risico's en gevolgen voor een planeet van een overbelast milieu



## Het grote en enige Nederlandse mikroskopieboek voor op school en thuis.

Een unieke uitgave met meer dan 200 pagina's; vele schitterende kleurenfoto's. Groot formaat (29x21 cm), zwaar papier in zuiver witte uitvoering. Solide genaaid gebonden met harde omslag.
Prijs f. 79,50.
**Voor leden "Mens en Wetenschap" f. 69,50.**

Te bestellen door overmaking van het verschuldigde bedrag op giro 4998215 t.n.v. Mens en Wetenschap te Huizen.



## LUBITEL foto kamera

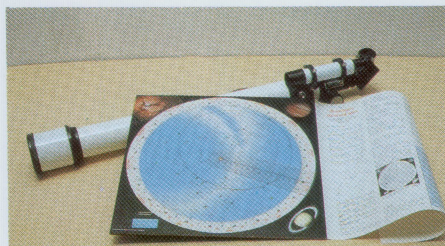
Uitstekende 6x6 kamera voor vele doeleinden, zoals: • stereofotografie (artikel op aanvraag)
• meteorenfotografie (artikel op aanvraag)
• algemeen gebruik (vakantie, natuur enz.)
Optiek 4,5/75 - 6 sluitertijden inclusief tijd - 6 diafragma's, tijdontspanner, flitsaansluiting - tellervenster. Het formaat 6x6 is het vakformaat voor betere afdrukken en vergrotingen. Compleet met tas, lensdop, draagriem, draadontspanner en gebruiksaanwijzing. TWEE jaar volledige garantie.
Adv. prijs inkl. verzendk. f81,50.
**Voor onze lezers slechts f69.--**

Bestellen door overmaking van het bedrag op giro 4998215 ten name van de stichting Mens en Wetenschap te Huizen-nh.

## Uitstekende optiek voor een uiterst lage prijs

Deze 7x50 kijker met een gezichtsveld van 7 graden (122 meter op 1000 meter afstand) is uitermate geschikt om bij schemering nog duidelijk details te onderscheiden (duisternissterkte of schemergetal is 18,7). Dioptrieregeling van -3 tot +3. Scheidend vermogen is 6 sec. Uittredepupil is 7,1 mm en de relatieve lichtsterkte bedraagt 66. Optiek van hoge klasse. In echt lederen tas, compleet met speciale voorzetfilters (oranje en grijs). En met garantie!
Prijs f160.--
**Voor onze lezers slechts f135.--**

Bestellen door overmaking van f135.-- (incl. verzendkosten) op giro 4998215 ten name van de stichting Mens en Wetenschap te Huizen-nh.



# Draaibare sterrenkaart

### De mooiste en meest verkochte

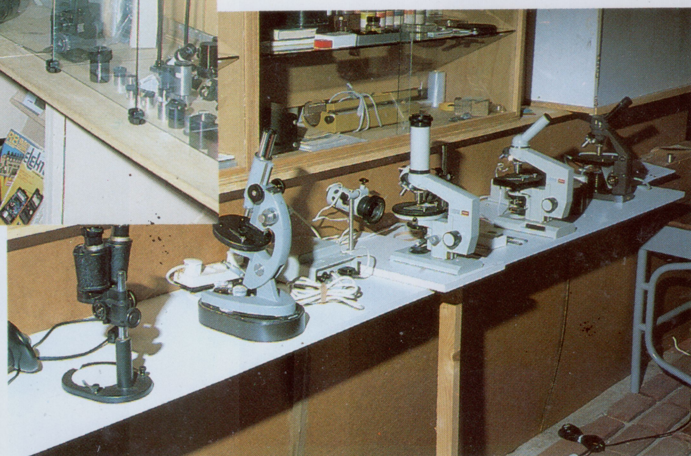
Grote, 30 cm, volwaardige draaibare sterrenkaart, speciaal voor het Nederlandse gebied. Het draaibare bovendeel en de tong zijn van doorzichtige, stevige kunststof. De kaart is geheel in kleur en aangebracht op een stevige, watervaste ondergrond. Compleet met duidelijke gebruiksaanwijzing.
De prijs voor deze prachtige kaart is uiterst laag gehouden en bedraagt slechts 39,50. (incl. verzendkosten).
Bestellen door overmaking van het bedrag op giro 4998215 tnv de stichting Mens en Wetenschap te Huizen-nh.



## Teleskopen en mikroskopen

Schaf je niet "zomaar even aan". Er zijn altijd vragen, zoals:
• Wat wil ik er mee kunnen zien,
• Wat zijn de mogelijkheden voor mijn financiële budget,
• Hoe moet ik met het instrument omgaan,
• En ongetwijfeld heeft u nog meer vragen.

Daarvoor kunt u terecht op ons voorlichtingscentrum in Huizen, Eemlandweg 5. Een afspraak is altijd zo gemaakt: 02152-58388.



## COLOFON

De Stichting MENS EN WETENSCHAP heeft als doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van mens, natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publicaties, zoals "Mens&Wetenschap", en het bevorderen en ondersteunen van educatieve activiteiten en van onderzoek met het doel de kennis op het gebied van mens, natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

BESTUUR van de stichting:
Voorzitter: drs.D.H.Schlötz; A.C.Sabelis, secretaris; C.Laban, waarnemendpenningmeester

**HOOFDREDACTIE:**
A.C.Sabelis

**EINDREDACTIE:**
drs.A.Molkenboer

**REDACTIE:**
drs.H.Eggen, drs.H.Linders, C.Laban, drs.D.H.Schlötz, C.Steijger, D.Vos, drs.G.E.Willemsen.

**MEDEWERKERS:**
drs.M.Beckers; drs.J.Beek; H.Betlem; drs.H.Blankenstein; dr.W.Boland; H.van Dongen; R.van Dongen; K.Elhorst; S.W.Fijnvandraat; H.Geurts; drs.H.Hiddingh; A.Knuistingh Neven, arts; G.J.van Lonkhuyzen; drs.A.Molkenboer; drs.G.Nieuwendijk; H.Schouten; F.Siemensma; K.Stefels; prof.dr.A.Stolk; dr.W.van Tend; J.Terweij; drs.K.Velt.

**ABONNEMENTEN:**
voor Nederland 65,- per jaar. Buitenland 90,- per jaar.
Schoolabonnementen 39,50 per jaar.
Jongeren beneden 21 jaar 49,50 per jaar. (Geboortedatum opgeven).
WAO-ers en AOW-ers: 49,50 per jaar.
Opgaven: stichting Mens en Wetenschap, Postbus 108, 1270 AC Huizen-Nh.
Event.opzeggen: 2 maanden vóór afloop abonnementstermijn.
BELGIË: 1280 Bf. Voor inlichtingen, opgaven en distributie: Ed Soumillion, Massenetlaan 28, 1190 Brussel. ☎ 02/345.91.92. PR.000-0069021-54.

**VORMGEVING:**
M.P.O./M.S.H.

**LITHOGRAFIE:**
Reproscan - Meppel.

**DRUK:**
Brouwer Offset Delft.

**REDACTIE-ADRES:**
Postbus 108, 1270 AC Huizen-Nh. ☎ 02152-58388.
Voor DJO: W. Pyrmontsingel 16, 6521 BC Nijmegen, ☎ 080-229549.

**DISTRIBUTIE:**
Boekhandel: Betapress b.v., Gilze ☎ 01615-7800

**ADVERTENTIES:**
Intercomm, ☎ 02152-54690 b.g.g. 58388.

Mens&Wetenschap verschijnt acht keer per jaar.


## INHOUD

# Het milieu in "Mens & Wetenschap"

Het milieu staat volop in de belangstelling. Daar is helaas alle reden voor. Het gaat namelijk niet goed met ons natuurlijk milieu. Als we niet snel een einde maken aan de vervuiling van onze Aarde, gaat het straks ook niet meer goed met ons. In wezen is het milieuprobleem niet meer dan een afvalprobleem dat we zelf hebben gecreëerd en dat we ook zelf zullen moeten oplossen. Met het toenemen van onze welvaart is ook de hoeveelheid afval die wij produceren enorm toegenomen.
Milieuverontreiniging is geen natuurverschijnsel dat ons onverwacht treft, maar een gevolg van de wijze waarop wij met onze grondstoffen omgaan. Of het nu gaat om de zwavel- en stikstofoxyden in de lucht, het gif in de grond of de bestrijdingsmiddelen in het grondwater, het gaat om stoffen die we eerder zelf hebben geloosd.
Het milieu is echter niet een vat dat we tot de rand kunnen vullen en dat vervolgens domweg overloopt. Ons natuurlijk milieu kunnen we ons het best voorstellen als een ingewikkeld systeem van reservoirs waarbinnen zich allerlei kringloopprocessen afspelen. Omdat die reservoirs zo groot zijn moet er heel wat gebeuren voordat de effecten van de milieuvervuiling merkbaar worden. Als die symptomen er echter zijn moet er ook heel wat gebeuren alvorens deze gevolgen teniet zijn gedaan.
Dit nummer van Mens & Wetenschap is voor een belangrijk deel gewijd aan de milieuproblematiek. Hoewel we nog niet van alles het fijne weten, is wel bekend waar de hoofdoorzaken te vinden zijn. Net als bij zieke mensen kan de genezing pas beginnen wanneer de veroorzaker van de ziekte onschadelijk is gemaakt. Voor ons milieu geldt hetzelfde: ter voorkoming van blijvende schade moet de vervuiling namelijk zo snel mogelijk gestopt worden.
Hoe? Door ons ervan bewust te worden dat wij zèlf de vervuilers zijn en door vanuit dat besef te handelen.

## Grote kleurenposter

Bij dit themanummer behoort een kleurenposter "Zo.... of anders" (113 x 84 cm), die gratis is meegezonden naar de abonnees. Lezers, die dit nummer in de boekhandel hebben gekocht, kunnen deze poster bestellen tegen de verlaagde prijs van f. 5,-- (over te maken op giro 4998215 tnv Mens en Wetenschap te Huizen; vermelden: poster.



### Spiegel der Natuur



### Mens-Medisch



### Technovisie



### Aarde en Kosmos



### DJO



### Advertenties

# Dag bomen, dag vogels, dag bloemen!
# ....Dag mensen?....

HENRI SCHLOTZ

**Het gaat niet goed met onze bodem, ons water en onze lucht. Her en der hebben maatregelen wel resultaat gehad, maar het milieu als geheel gaat er nog steeds op achteruit. Als we niet snel een einde maken aan deze grootschalige milieuvervuiling loopt het met ons ook niet best af.**

De ontwikkeling tot wat de Aarde nu is heeft miljarden jaren geduurd. De Aarde is een groot ecosysteem dat in een dynamisch evenwicht verkeert en elke verstoring van dit evenwicht leidt tot het instellen van een nieuw evenwicht. Het is echter zeer de vraag of er in die nieuwe situatie voor de mens nog een plaats zal zijn.

## Ecosystemen

Het woord eco is afgeleid van het Griekse woord "oichos" dat woning, verblijfplaats, vaderland en familiebezit betekent, een begrip dat duidelijk aangeeft dat er goed op gepast moet worden. Het leven op onze Aarde maakt deel uit van een groot aantal systemen, die op een ingewikkelde manier weer met elkaar samen hangen en één groot systeem: "het ecosysteem de planeet Aarde" vormen.

Bodemverontreiniging, zure regen en aantasting van de ozonlaag, het zijn allemaal afzonderlijke processen die, als we niet ingrijpen, tezamen zullen leiden tot een verstoring van het natuurlijk evenwicht zoals zich dat nu op Aarde heeft ingesteld.

Het lijkt op het eerste gezicht aantrekkelijk wanneer het klimaat in onze gematigde streken ten gevolge van het broeikaseffect warmer wordt. Dit betekent echter een hogere temperatuur van de gehele atmosfeer en dus een opwarming van de beide poolgebieden. Een groot deel van de gigantische ijskappen zal dan afsmelten, waardoor de zeespiegel zodanig stijgt dat grote dichtbevolkte en vruchtbare delen van de Aarde geleidelijk aan onder water zullen verdwijnen.

Zover is het gelukkig nog niet. De ecosystemen in de bodem, het water en de lucht bezitten een buffercapaciteit en kunnen dus best tegen een stootje. Wanneer we echter meer vuiligheid dumpen dan het natuurlijke opvangsysteem kan verwerken raakt dit uitgeput. De kosten die we moeten maken om de oorspronkelijke situatie (ongeveer) te herstellen zouden, als het al mogelijk is, wel eens veel groter kunnen zijn dan de kosten die we nu moeten maken om te voorkomen dat het zover komt. Hiermee is het milieuprobleem ook een economisch probleem geworden.

## Een historisch probleem

Milieuverontreiniging is niet iets van de laatste tijd. Overal waar veel mensen bij elkaar wonen ontstaan milieuproblemen. Voor de industriële revolutie, 200 jaar geleden, bestond deze verontreiniging voornamelijk uit uitwerpselen van mensen en dieren en keukenafval. Grotendeels biologisch goed afbreekbare stoffen die echter veel stankoverlast, ongerief en wat erger was, ziekten veroorzaakten ondermeer door besmetting van het drinkwater.

Afval werd vaak op straat gegooid. Omdat de meeste mensen niet beschikten over een "privaat" of "poepdoos" deponeerde men zijn behoeften ook op straat. Hoewel er tot ongeveer honderd jaar geleden weinig inzicht bestond in het ontstaan van epidemische ziektes, vermoedde men wel dat de slechte hygiënische omstandigheden er iets mee te maken hadden. De gemeentebesturen voelden zich echter nog niet zo verantwoordelijk voor de volksgezondheid. Pas toen in 1865 de Wet op het Geneeskundig Staatstoezicht van kracht werd, begon de overheid zich met deze problemen bezig te houden. Eerst door faecaliëntonnen en huisvuil op te halen en later door de aanleg van riolering en waterleidingen.

Hiermee werden de problemen echter niet opgelost maar verplaatst. Het huisvuil werd buiten de stad in een moeras of gewoon op het land gestort en aan het eind van de rioolpijp was geen zuiveringsinstallatie maar een kanaal, meer of rivier. De steden werden schoner, maar buiten de steden werden bodem en water steeds vuiler.

Een ander milieuprobleem in de steden werd tot het begin van deze eeuw veroorzaakt door het verkeer. Anders dan nu werden mensen en vracht per paard en wagen vervoerd. In grote steden als New York, London en Parijs produceerden die paarden zoveel urine en faecaliën dat de stank tot in de huizen doordrong. In New York is destijds een proef genomen met luiers voor paarden, maar een succes bleek dit niet te zijn. Hoe vreemd het nu mag klinken, de komst van automobielen in de stad werd gezien als een belangrijke oplossing voor het toenmalige milieuprobleem.

## Verdunnen dan maar

Milieuverontreiniging was, naar men tot de jaren zeventig dacht, vooral een plaatselijk probleem. De overlast werd (en wordt) tegengegaan door de schadelijke stoffen te verdunnen. Hogere schoorstenen brengen het stof en de gassen tot ver buiten de industriële centra en via de rivieren komt het verdunde vloeibare afval in zee terecht. Zolang het om relatief kleine hoeveelheden biologisch goed afbreekbare stoffen ging was er weinig aan de hand.

Met ons huidige produktie- en consumptiepatroon belasten we het natuurlijk milieu meer dan het kan verdragen. De locale en regionale milieuproblemen (stank, plaatselijke verontreiniging van het oppervlaktewater) zijn inmiddels uitgegroeid tot mondiale problemen zoals broeikas-effect en gat in de ozonlaag. De oplossing van verdunning schiep het wereldomvattende probleem waar we nu mee zitten.

## Grenzen aan de groei

Zeventien jaar geleden heeft de Club van Rome in haar rapport "Grenzen aan de groei" ("The limits to growth") aan de hand van een model berekend wat er gebeurt als de huidige groeitrends van industrialisatie, bevolkingsgroei, ondervoeding, uitputting van niet-vervangbare hulpbronnen en achteruitgang van het milieu niet worden teruggedrongen. Hun conclusie was dat de grenzen aan de groei binnen de eerstvolgende eeuw zouden zijn bereikt. Wanneer geen effectieve maatregelen zouden worden genomen, zouden hongersnoden en het einde van onze industriële samenleving het gevolg zijn. In de berekeningen van de Club van Rome zaten een paar fouten, die aan de de juistheid van de conclusies niets afdeden. Toch werd het rapport door overheden onvoldoende serieus genomen en onterecht als een uiting van doemdenken af-



We noemen het vaak vooruitgang, maar vaak betekent het een achteruitgang voor ons leefmilieu. Wanneer we ons "technologisch kunnen" er op loslaten is de uitstoot van schadelijke stoffen uit schoorstenen tot een heel laag peil terug te dringen. Foto Andries Sabelis.

Het schoonhouden van (grote) steden is uiterst belangrijk. Na de (paarden)markt werd het Vredenburg in Utrecht altijd grondig gereinigd. Ook nu worden op woensdag en zaterdag na de markt de straatvegers actief om alle rommel te verwijderen. Zouden ze het laten, dan zou er ook aan het eind van de twintigste eeuw heel snel een uiterst ongezonde situatie op het plein ontstaan. Foto Gemeentelijke Archiefdienst Utrecht.






gedaan. Toen in 1987 de Commissie Brundtland kwam met het rapport "Our common future", werd het steeds meer duidelijk dat er ècht grenzen zijn aan de groei.

### Politiek

Inmiddels is de zorg voor het milieu een onderwerp geworden dat ook de Nederlandse politiek bezig houdt. In het Nationaal Milieubeleidsplan "Kiezen of verliezen" geeft de regering aan hoe zij denkt Nederland weer schoon te krijgen. Zij baseert zich op de resultaten van de nationale milieuverkenning "Zorgen voor Morgen", een gedegen onderzoek dat in december 1988 door het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne is gepubliceerd. De belangrijkste conclusie van "Zorgen voor Morgen" is dat via de aantasting van onze natuurlijke omgeving, ook de gezondheid van de mens in gevaar komt. Om binnen de grenzen van aanvaardbare milieuverontreiniging te blijven, zal de vervuiling met tenminste 70 tot 90% moeten worden teruggedrongen.

### Zo... of anders?

Technisch is het mogelijk de rampzalige ontwikkeling te stoppen en terug te draaien tot een acceptabel niveau. Dat kost natuurlijk wel wat, maar het geld en de moeite die we er nu aan moeten besteden, wegen ruimschoots op tegen de enorme kosten die ons en de volgende generaties te wachten staan wanneer we niet NU en GEZAMENLIJK over gaan tot actie. Het milieuprobleem is echter slechts ten dele een zaak van techniek. Het allerbelangrijkste is dat wij gaan inzien dat het probleem van de milieuvervuiling niet een probleem is van anderen en door die anderen moet worden opgelost. Wij kopen en consumeren de produkten van de vervuilende bedrijven en zijn daarmede mede verantwoordelijk voor hun afval. Wij zetten 's winters de verwarming hoger terwijl het aantrekken van een vest misschien al voldoende is. Wij rijden per auto vaak afstanden, die we in dezelfde tijd ook met de fiets hadden kunnen afleggen. Het zijn slechts enkele voorbeelden die illustreren dat we als individu best kunnen bijdragen aan een schonere wereld, zonder dat we in ons leefpatroon terug moeten naar de oertijd.
We hebben de verschillende aspecten van de milieuproblematiek voor u eens op een rijtje willen zetten. Aan de orde komen bodem-, water- en luchtverontreiniging en hun effecten op regionaal, nationaal en mondiaal niveau.
Wat moeten we nu doen om onze kinderen en kleinkinderen een leefbare wereld aan te bieden? Tot slot maken we een voorlopige balans op.

# Kringlopen: Cirkels van levensbelang

JOS VAN HULTEN

**"Uit stof zijt gij geboren, tot stof zult gij wederkeren". Deze wijsheid, die elke christelijk opgevoede Nederlander in zijn jeugd al te horen heeft gekregen, vat perfect samen waar het in de natuur om draait: alle materie maakt een kringloop door. Er ontstaan echter problemen als het natuurlijke evenwicht in de kringlopen verstoord wordt.**

Op zich zouden we ons misschien niet zo druk hoeven te maken over de kringlopen op Aarde, ware het niet dat wij, als levende wezens zo sterk afhankelijk zijn van evenwicht in die kringlopen. Sterker nog, alleen door de aanwezigheid van levende wezens en verweringsprocessen is de Aarde wat zij nu is. De Amerikaanse onderzoeker Tobias Owen heeft eens uitgerekend hoe de samenstelling van de lucht er uit zou zien als er geen leven en verweringsprocessen op Aarde waren (zie tabel 1). De Aarde zou dan heel sterk lijken op de planeet Venus en die planeet is volstrekt onbewoonbaar.

| Gas | Aarde nu | Aarde totaal* | Venus nu |
|---|---|---|---|
| N2 | 78% | 1,5% | 1,8% |
| O2 | 21% | spoor | spoor |
| Ar | 0,9% | 190 ppm | 200 ppm |
| CO2 | 0,03% | 98% | 98% |
| water | 3 km | 3 km | spoor |
| druk | 1 atm | ≈70 atm | 88 ±3 atm |

* zonder verwering, geen leven

**Tabel 1. De dampkring van de Aarde, zoals die nu is en zoals die zonder leven en verwering zou zijn, vergeleken met de dampkring van Venus.**

Uit de tabel kunnen we zien dat op Venus bijna geen zuurstof in de lucht zit, terwijl onze lucht voor 21% uit zuurstof bestaat. Dankzij die zuurstof kunnen wij leven en is er een beschermende ozonlaag aanwezig. Het is merkwaardig genoeg nog steeds een raadsel waarom de hoeveelheid zuurstof zo constant is. Het lijkt erop dat het oxyderen van natuurlijk methaan, dat vrijkomt bij het afbreken van organisch materiaal onder water, dit proces reguleert. Ondiepe zeeën, meerbodems en moerassen zijn daarom voor het leven op Aarde van het grootste belang.
De tabel laat ook zien dat op Venus vrijwel alle kooldioxyde in de dampkring zit en bij ons bijna niets. Dat is te danken aan het bestaan van de koolstofkringloop. Die is samen met de kringloop van water op wereldschaal de belangrijkste op Aarde. Op het niveau van werelddelen zijn kringlopen van stoffen als zwavel en stikstof van groot belang.

## Koolstof

Bijna alle koolstof op Aarde is opgeslagen in gesteenten, water en levende organismen. Afbeelding 1 laat de verdeling over de verschillende opslagsystemen of reservoirs en de uitwisseling daartussen zien. Van belang is vooral hoeveel koolstof via biologische processen actief aan de kringloop meedoet en of de uitwisseling tussen de verschillende reservoirs in evenwicht is. Uit het plaatje blijkt dat dit laatste niet het geval is. Zo wordt jaarlijks aan de lucht door ontbossing 1 tot 2 en door verbranding van fossiele brandstoffen 5 tot 6 miljard ton koolstof toegevoegd. Uit de lucht gaat per jaar netto 3 miljard ton koolstof naar het waterreservoir. De hoeveelheid koolstof in de lucht neemt dus toe, één van de oorzaken van het broeikaseffect. Overigens is de verwachting dat op een warmer wordende Aarde uit de nu nog koude toendragebieden enorme hoeveelheden koolstof en methaan zullen vrijkomen. In de toendra's ligt veel dood plantenmateriaal dat door de lage temperatuur daar nu maar uiterst langzaam verrot. Bij een stijging van de temperatuur zal die verrotting versnellen.

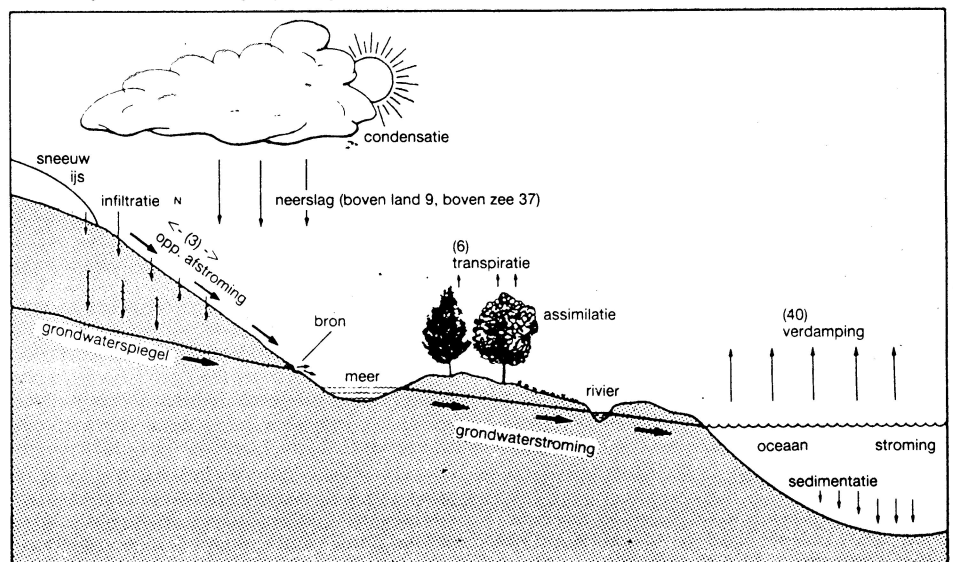
## Zwavel

De zwavelkringloop, die direct gekoppeld is aan verzuringsproblemen, is geschetst in afbeelding 2. Het is overigens niet eenvoudig dergelijke kringlopen in enig detail op te stellen. Uit het plaatje blijkt dat er tal van natuurlijke processen in de zwavelkringloop een grote rol spelen. Menselijke activiteiten zorgen vrijwel uitsluitend voor uitstoot van zwaveldioxyde. Ongeveer een kwart tot de helft daarvan is afkomstig uit Europa.

## Water

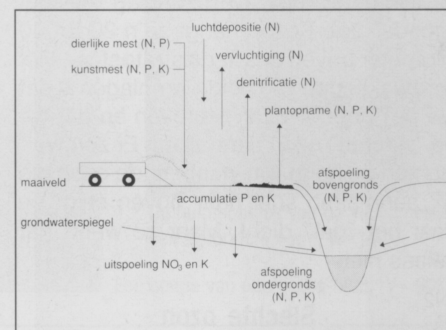
De waterkringloop op Aarde is hèt transportmiddel van energie op onze planeet. Afbeelding 3 laat zien dat er een evenwicht heerst tussen neerslag en verdamping, terwijl op elk moment zo'n 30.000 kubieke kilometer water als rivieren en als grondwater op Aarde stroomt. Een grote onbekende in deze kringloop is de invloed van bevolking. Recent onderzoek blijkt uit te wijzen dat de wolken een belangrijke temperende invloed op het broeikaseffect hebben.

**Afbeelding 3. De waterkringloop. De getallen zijn in 10.000 kubieke kilometer. Uit IAEA bulletin.**

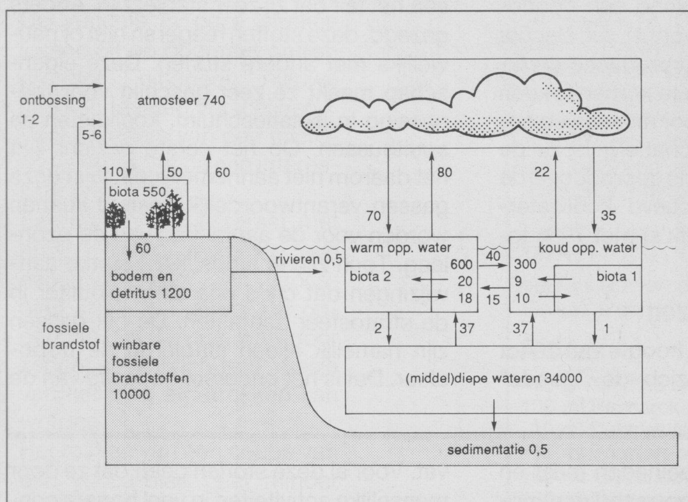




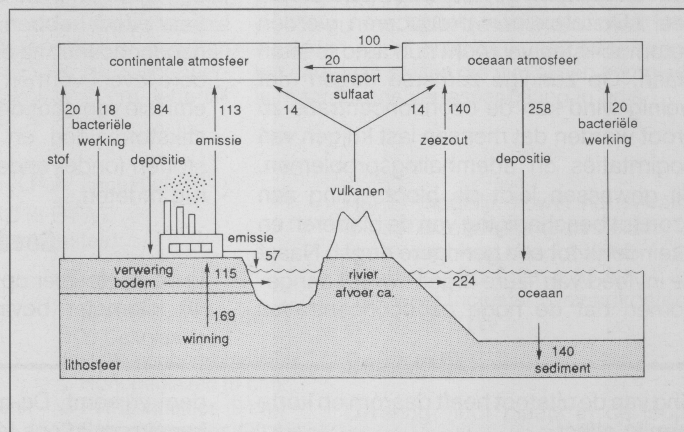
Vulkanen zijn een natuurlijke bron van kooldioxyde, waterdamp, stof en vooral zwavelverbindingen. Door de geschiedenis van de Aarde heen was hun functie belangrijk, maar hun uitstoot valt in het niet bij sommige andere natuurlijke processen en de uitstoot die door menselijke activiteiten wordt veroorzaakt. Foto USAS.




Afbeelding 4. De processen die een rol spelen bij de vermesting van bodem, grondwater en kleine waterlopen schematisch weergegeven. N = stikstof, P = fosfor, K = kalium. Uit Zorgen voor morgen, RIVM.




Afbeelding 1. De verdeling van koolstof over de wereld en de uitwisseling tussen de verschillende opslagsystemen, de getallen zijn in miljarden tonnen. Uit Zorgen voor morgen, RIVM.




Afbeelding 2. De zwavelkringloop van de Aarde. De getallen zijn in miljoenen tonnen per jaar. Uit Zorgen voor morgen, RIVM.

## Tijd

Bij de bestudering van kringlopen is het aspect tijd van groot belang. Sommige stoffen lopen snel door hun kringloop, andere veel langzamer. Hoe sneller de looptijd, hoe eerder maatregelen effect hebben. Zo bedraagt de gemiddelde levensduur van ozon in de onderste luchtlagen enkele maanden. Methaan verblijft gemiddeld tien jaar in de lucht; de gemiddelde levensduur van cfk's is 100 jaar, van NO2 (stikstofdioxyde) 170 jaar. Deze levensduren worden bepaald door het tempo waarin de afbraakprocessen verlopen.

Koolstofdioxyde (CO2) wordt niet afgebroken, maar alleen heel langzaam uitgewisseld met het oceaan- en landoppervlak. Naarmate stoffen in ongewenst grote hoeveelheden langer in de dampkring blijven, duurt het ook langer eer ze "uitgewerkt" zijn. Nu stoppen met het gebruik van cfk's bijvoorbeeld, betekent dat de al aanwezige cfk's nog tot ver in de volgende eeuw de ozonlaag in principe blijven aantasten. Stoppen met CO2-emissies zal leiden tot een heel langzame vertraging van het broeikaseffect. Bij beëindiging van de methaanemissies is een halve eeuw later de opwarmende invloed van methaan op de dampkring verdwenen. De verzuring van de bodem door zwaveldioxyde blijkt ongeveer dertig jaar na te ijlen op de toename van de uitstoot van dit gas. Alleen een drastische beper-

# Ozon: "de goede" en "de slechte": een "lelijk" probleem

HENRI SCHLÖTZ

**Ozon is een stof die we eigenlijk allemaal wel kennen. Na een onweersbui is er korte tijd als gevolg van de bliksemontladingen extra veel ozon in de lucht. Na onweer ruikt het zo lekker fris, zeggen we dan; die frisse geur is echter niet gezond.**

Ozon is een gasvormige zuurstofverbinding die op twee plaatsen in de atmosfeer voor komt en op beide plaatsen onze aandacht verdient. Net als mensen is er ozon van het "goede" en van het "slechte" soort. De "slechte" soort ozon vinden we in het onderste deel van de atmosfeer, de troposfeer die vanaf het aardoppervlak tot een hoogte van 10-12 kilometer reikt. De ozonlaag met het "goede" soort ozon hangt zo'n 20 tot 40 kilometer boven ons in de stratosfeer. Het zorgwekkende van beide ozonlagen is dat we de "goede" ozon afbreken en dat we de "slechte" ozon aanmaken. Er zou weinig aan de hand zijn wanneer de ozon die wij aanmaken snel naar boven stijgt en daar het "gat" dicht. Maar zo werkt dat helaas niet.

## Slechte ozon

De "slechte" ozon ontstaat ondermeer onder invloed van veel licht, wanneer de concentratie van stikstofoxyden, koolmonoxyde (kolendamp) en organische stoffen (methaan uit mest) in de buitenlucht hoog is. In juni van dit jaar is er een aantal van die dagen geweest. Omdat auto's veel stikstofoxyden produceren werden automobilisten verzocht hun auto te laten staan. Op zonnige zomerse dagen met weinig wind kan de ozonconcentratie zo groot worden dat mensen last krijgen van oogirritaties en ademhalingsproblemen. Bij gewassen leidt de blootstelling aan ozon tot beschadiging van de bladeren en uiteindelijk tot een geringere oogst. Naast de invloed van "zure regen" wordt aangenomen dat de hoge ozonconcentraties een belangrijke bijdrage leveren aan de schade aan cultuurgewassen en de natuurlijke vegetatie.

Een afname van de dikte van de ozonlaag met 1% zal vermoedelijk een toename van 4% van het aantal gevallen van huidkanker tot gevolg hebben. Ook oogstgewassen en het plankton in zee zullen naar verwachting schade ondervinden van de sterkere ultraviolette straling. Doordat meer energie de aarde bereikt, zal waarschijnlijk ook het broeikas effect worden versterkt. Het is derhalve noodzakelijk dat cfk's zo snel mogelijk uit het milieu verdwijnen.

## Remedie

De enige manier om de vorming van "slechte" ozon in de troposfeer tegen te gaan, is op te houden met het in de lucht lozen van de ozon vormende stoffen. Vooral de produktie van stikstofoxyden van elektriciteitscentrales, industrie en verkeer zal aan banden moeten worden gelegd. Omdat Europa vanaf Tsjechoslowakije tot en met Engeland één doorlopend industriegebied vormt, zal slechts een internationale uitworpreductie merkbaar effect hebben. Om te komen tot een ozonconcentratie die voor mensen en andere levensvormen onschadelijk is, zal de emissie van door de mens geproduceerde stikstofoxyden en reactieve koolwaterstoffen (onder andere cfk's) met 70% terug moeten.

## Goede ozon

In de stratosfeer op een hoogte van 20 tot 40 kilometer bevindt zich de "goede" ozonlaag. Voor het leven op aarde is deze laag van levensbelang omdat vrijwel al het kortgolvige energierijke (UV-B) zonlicht hier wordt geabsorbeerd. Zonder deze natuurlijke zonnebril zouden we wel sneller bruin worden, maar onze huid zou ook sneller verouderen. Bovendien lopen we meer kans huidkanker te krijgen. Ook onze planten profiteren van deze bescherming. Gewassen die aan de felle UV-B straling worden blootgesteld, krijgen beschadigde bladeren en groeien minder goed. Minder ozon in de stratosfeer kan dus tevens een kleinere oogst van voedselgewassen tot gevolg hebben. Omdat de "goede" ozonlaag ook langgolvig licht absorbeert, werkt de ozonlaag tevens als een broeikasraam, dat de temperatuur van de atmosfeer regelt. De ozonlaag is dus een deel van de atmosfeer waar we zuinig op moeten zijn.

## Rol van cfk's

Chloorfluorkoolwaterstoffen (cfk's) danken hun toepassingsmogelijkheden aan het feit dat zij zeer stabiel zijn. Anders gezegd, deze stoffen reageren niet of nauwelijks met andere stoffen. Deze eigenschap maakt ze zeer geschikt voor toepassing in isolatieschuim, koelkasten en spuitbussen. Op het eerste gezicht lijkt het daarom niet aannemelijk dat juist deze gassen verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor de aantasting van de ozonlaag. Toch zijn er sinds 1972 sterke aanwijzingen dat cfk's ons ultravioletfilter in de stratosfeer aantasten. De cfk-gassen zijn namelijk alleen stabiel in de troposfeer. Dat is het onderste gedeelte van de

---

king van de uitstoot heeft daarom op korte termijn effect.

Naijlende effecten spelen ook een rol in de kringlopen van bijvoorbeeld stikstof en fosfaat op de schaal van afzonderlijke landen. Zo zijn de waterbodems van ons land in sterke mate verontreinigd met stoffen die uit ons land zelf en met neerslag en rivierwater uit het buitenland zijn aangevoerd. Onderzoek naar het gedrag van fosfaten in Nederlandse meren laat zien dat één tot twee jaar na het beëindigen van fosfaatlozingen nog fosfaat uit de bodem vrijkomt. De hoeveelheden mest en kunstmest in ons land overschrijden momenteel de verwerkingscapaciteit van de kringlopen voor stikstof en fosfor (zie afbeelding 4). Daardoor worden de verhoudingen in de bodem verstoord. De naijling van cadmium bijvoorbeeld is bij de huidige verontreiniging van de Noordzee door de Rijn opgelopen tot ongeveer dertig jaar. Ook al is de hoeveelheid cadmium in de Rijn sinds 1980 belangrijk gedaald, het zal meer dan een eeuw duren eer het Noordzeewater even weinig cadmium bevat. Voor al deze stoffen geldt dat ze door menselijke activiteiten in veel hogere concentraties en in veel hoger tempo uit hun oorspronkelijk reservoir (gesteenten) worden gehaald en in andere kringlopen gebracht, dan die kringlopen kunnen verwerken. Daardoor treedt een overbelasting op die alleeen teruggedrongen kan worden door drastische vermindering van de toevoer. Dat kan alleen door beperking van nieuw gebruik, door intensief hergebruik en veilige opslag van afval. ■

atmosfeer, tot een hoogte van twaalf kilometer, waarin zich het weer afspeelt. Het zonlicht dat hierin doordringt is door de er boven liggende luchtlagen al zodanig gefilterd dat slechts het zichtbare licht met een golflengte vanaf ongeveer 400 nanometer (400X10-9) is overgebleven. Het meest energieke kortgolvige licht bereikt de aarde dus niet. In de stratosfeer echter, waar zich de beschermende ozonlaag bevindt, dringt het zeer energierijke zonlicht met een golflengte van 200 nanometer of minder wèl door. De vlak bij de aarde zo stabiele cfk-gassen zijn hiertegen niet bestand. In een foto-chemische kettingreactie worden ze afgebroken. De bij deze reactie vrijkomende chloorradikalen gaan een verbinding aan met ozon-moleculen. In een vervolgreactie met vrije zuurstof komt het chlooratoom weer vrij en gaat een nieuw ozon-molecuul te lijf. Eén radikaal chlooratoom uit een cfk-molecuul kan dus de vernietiging van een veelvoud aan ozon-moleculen teweeg brengen.

Toen wetenschappers van NASA in 1986 ontdekten dat de ozonlaag boven de Zuidpool een "gat" vertoonde, werd internationaal alarm geslagen. Het is zeer waarschijnlijk dat deze gassen bij de aantasting van de ozonlaag, misschien niet de enige, maar wel de hoofdverantwoordelijken zijn.

De chemische industrie heeft inmiddels al minder schadelijke stoffen ontwikkeld, die cfk's kunnen vervangen. Ook voor het probleem van de grote hoeveelheid cfk's, die vrij komt uit afgedankte koelkasten is inmiddels een oplossing gevonden. De Technische Universiteit Twente heeft een methode ontwikkeld om deze apparaten af te tappen en onschadelijk te maken voordat ze worden gesloopt. Het komend half jaar zal op verschillende plaatsen in het land geëxperimenteerd worden met een mobiele installatie die drie koelkasten per minuut kan aftappen. Als de proef slaagt wil minister Nijpels het systeem met ingang van 1990 landelijk invoeren.

Van alle milieuproblemen is de aantasting van de ozonlaag het minst complex. De stoffen die voor het verdwijnen van de ozonlaag verantwoordelijk zijn kunnen we door minder schadelijke vervangen. Met de spuitbussen is het inmiddels gelukt. In koelkasten zitten echter nog steeds cfk's, voor ons consumenten bestaan er nog geen alternatieven. In de Verenigde Staten heeft een bedrijf echter koelkasten ontwikkeld, die helium als koelmiddel gebruiken. Als deze lek raken is er niets aan de hand. Helium wordt namelijk uit de atmosfeer gewonnen en keert dan gewoon weer in de atmosfeer terug. Als heliumkoelkasten op grote schaal zullen worden gefabriceerd zal, aldus de fabrikant de prijs vergelijkbaar zijn met die van op cfk's werkende koelkasten. Zeker nu er goede cfk-vervangende stoffen bestaan, moet het mogelijk zijn in internationaal verband bindende afspraken te maken over de toepassing van deze alternatieven. Het probleem rond de ozonlaag is namelijk geen landelijk, maar een mondiaal probleem. Waar een wil is is een weg. De weg is er, nu de wil nog. ■

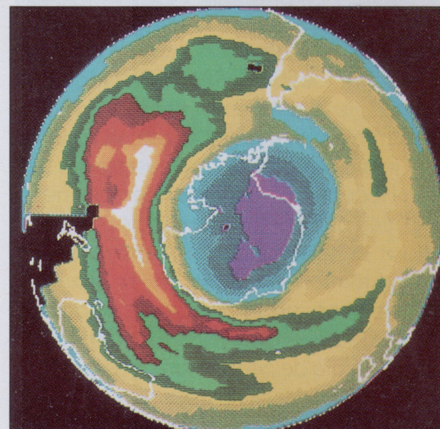



Bij ongunstige weersomstandigheden kan smogvorming optreden. Smog is een mengsel van ozon (O3), stikstofoxydes (NOx), zwaveldioxyde (SO2), kooldioxyde (CO2) en stofdeeltjes (o.a. roet); een ongezonde coctail. Foto Andries Sabelis.

Heerlijk in de zon zitten spelen. Veel mensen brengen hun hele vakantie aan het strand door. Gezond is het echter niet. Op het strand en in het hooggebergte is altijd meer ultraviolette straling dan in het (lage) binnenland. Als de ozonlaag verder wordt aangetast komen we overal aan meer ultraviolette straling bloot te staan en zullen we onze levenswijze moeten aanpassen om niet meer risiko op huidkanker te lopen. Foto Ada Molkenboer.



Het gat in de ozonlaag boven de Zuidpool is een indicatie voor de wereldwijde aantasting van de ozonlaag. Zie ook Mens & Wetenschap nummer 1, 1989, pag. 31. Foto NASA.



# De oceaan, buffer van de planeet Aarde?

ADA MOLKENBOER EN CEES LABAN

**De wereldzeeën beslaan 71% van het aardoppervlak. Het zou daarom meer voor de hand liggen om onze planeet "Oceaan" te noemen dan "Aarde". Soms lijken de oceanen wel een andere planeet, zo weinig weten we nog van wat er allemaal onder het wateroppervlak gebeurt. Het is wel duidelijk dat ze nog niet ernstig vervuild zijn.**

De oceanen spelen een belangrijke rol in de totale huishouding van de Aarde, of dat nou de koolstofkringloop, de waterkringloop of de temperatuurbeheersing van onze planeet betreft. Om meer over de oceanen aan de weet te komen, hebben een aantal Europese landen, waaronder Nederland, en de Verenigde Staten in 1988 een gezamenlijk onderzoekproject, de Joint Global Ocean Flux Study, gestart. Het programma omvat metingen van IJsland tot Noord-Afrika vanaf onderzoekschepen. Bij het onderzoek worden ook vliegtuigen en satellieten ingezet om van bovenaf infraroodfoto's van de oceaan te maken. Omdat zo'n foto terstond naar het onderzoeksschip gestuurd kan worden, is het mogelijk om een driedimensionaal beeld van de oceaan te produceren; vanuit de lucht en met de apparatuur die vanaf het schip onder het wateroppervlak "kijkt". Nederland gaat in 1989 en 1990 vier keer op expeditie met het onderzoeksschip de Tyro.
Het resultaat van dergelijke onderzoeken moet een antwoord geven op de vragen als: Hoe ver zijn we heen? Hoe vergaand moeten de maatregelen zijn die we nemen om de verstoring van de kringloop een halt toe te roepen en zelfs weer terug te kunnen naar de situatie van tientallen jaren geleden? Wat zal de invloed van het verdwijnen van de ozonlaag zijn? Zullen algen een veel hogere dosis ultraviolet licht kunnen doorstaan of gaan ze er zelfs harder van groeien?

## Vervuilde kustgebieden

De open oceanen zijn nog betrekkelijk schoon. Veel slechter is het gesteld met veel kustgebieden en ondiepe randzeeën. De slechte toestand waarin de Noordzee verkeert, is algemeen bekend. Vervuiling stroomt met rivierwater in zee; vuile lucht slaat in droge vorm en met neerslag in zee neer. Recent Amerikaans onderzoek heeft laten zien dat de effecten van deze vervuiling tot enkele honderden kilometers uit de kust aantoonbaar zijn.
Vervuiling op grote schaal is afkomstig van radio-actief stof uit de dampkring. Geologen die de zeebodem onderzoeken kunnen bijvoorbeeld in de sedimenten van de Noordzeebodem nauwkeurig radioactief materiaal terugvinden uit de jaren vijftig en begin jaren zestig, toen er proeven met kernwapens in de dampkring werden gedaan. Een nieuw opvallend laagje is afkomstig van de kernramp van Tsjernobyl. Overigens is in de bodem van de Noordzee ook het begin van de industriële revolutie te herkennen. Op een bepaalde diepte komen voor het eerst zware metalen voor.

## Traag ecosysteem

De meest kenmerkende eigenschap van de wereldzeeën is dat ze heel traag op veranderingen reageren. Op zich is dat heel goed, zo stabiliseren ze het klimaat op Aarde. Anderzijds zullen aanslagen op de oceaan zich pas over geruime tijd manifesteren. Om iets over toekomstige effecten te kunnen zeggen, zijn studies van het gedrag van de oceanen in het verleden van groot belang. Een voorbeeld daarvan is een onderzoek aan levende planktonische foraminiferen waarop afgelopen herfst Geert-Jan Brummer en Dick Kroon aan de Vrije Universiteit Amsterdam promoveerden.

## Kalkskeletjes "regen"

Planktonische foraminiferen zijn eencellige diertjes die zwevend in zeewater leven. Hun skeletjes bestaan uit kalk ($CaCO_3$). Na het doodgaan van de foraminifeer zakt het kalkskeletje naar de oceaanbodem. Door de grote aantallen waarin foraminiferen in het zeewater voorkomen, vindt er een constante "regen" van deze skeletjes naar de bodem plaats. Hier hopen de skeletjes zich in vaak dikke lagen op. Na lange tijd kan het onderste deel van deze laag weer oplossen, maar er kan, afhankelijk van de omstandigheden, zoals druk en temperatuur, ook kalksteen worden gevormd.
Tijdens een aantal oceanografische expedities hebben Brummer en Kroon levende foraminiferen uit het oceaanwater verzameld. Het bleek dat bepaalde soorten veel voorkomen in oceaanstromen die gekenmerkt worden door bepaalde fysische en chemische eigenschappen als temperatuur, zoutgehalte en voedsel. Typische foraminiferenfauna's zijn bijvoorbeeld aangetroffen in de westelijke Arabische Zee en ten zuiden van India, waar dieper, zeer voedselrijk water door de zogenoemde opwelling vanuit de diepe oceaan naar het oceaanoppervlak komt. Deze opwelling wordt veroorzaakt door de seizoensgebonden moessonwinden.

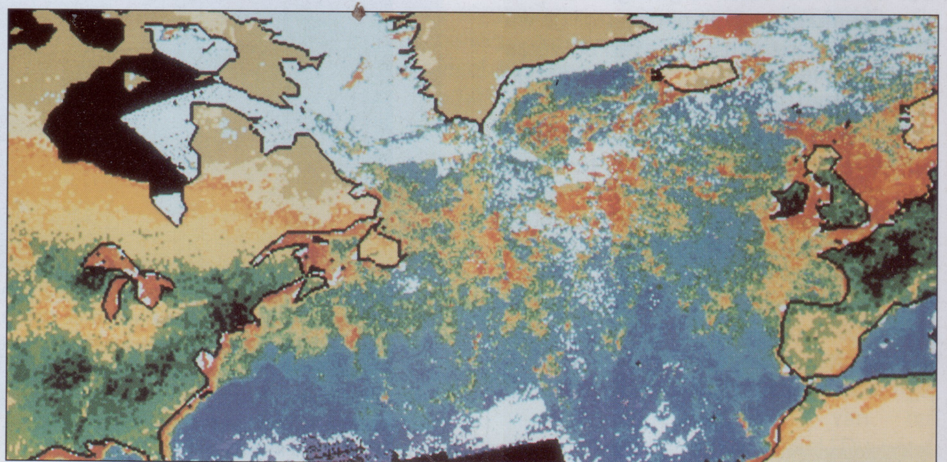
## Ver verleden

De resultaten van het onderzoek zullen worden gebruikt in een breder verband: het internationale Ocean Drilling Project (ODP) waaraan Nederland in bescheiden mate deelneemt. Met behulp van diepzeeboringen wordt het ontstaan van moessonwinden en de geschiedenis van de noordelijke Indische Oceaan onderzocht. De ontwikkeling hiervan houdt weer nauw verband met het ontstaan van het Himalayagebergte. Ook kunnen variaties in de stralingsenergie van de Zon worden afgelezen. In de kalk van het foraminiferenskelet worden de aanwezige zuurstofisotopen O16 en O18 uit de lucht in een bepaalde verhouding vastgelegd. De verhouding waarin deze beide isotopen in het zeewater voorkomen, varieert met de temperatuur. Het zuurstofisotoop O18 is zwaarder dan het isotoop O16. De verhouding waarin de beide isotopen in het kalkskelet voorkomen is dus afhankelijk van de temperatuur van het zeewater die heerste tijdens het leven van de foraminifeer. Hoe kouder het water, hoe hoger het gehalte aan zwaardere isotopen O18 is geweest. Hierdoor is het mogelijk om door de verhouding van de beide isotopen in het kalkskelet te bepalen, een inzicht te verkrijgen in de temperaturen van het oceaanwater. Door nu de foraminiferen uit lange boorkernen van de oceaanbodem te analyseren, kan een curve worden gemaakt van het temperatuurverloop over lange perioden. Op deze wijze kunnen ondermeer de verschillende ijstijden die er de afgelopen honderdduizenden jaren hebben geheerst, nauwkeurig worden herkend in deze curves.

## Kalkcyclus

Het onderzoek van Brummer richt zich vooral op de kalkcyclus van de oceanen. Deze wordt als een onderdeel van de $CO_2$-cyclus bestudeerd en de al genoemde Joint Global Ocean Flux Study. Fora-

Bijna drie kwart van het "aard"oppervlak bestaat uit water. Foto Andries Sabelis.



Niet alleen het land is rijk aan plantaardig leven, ook de oceaan is dat. Op deze foto is de hoeveelheid plantaardig plankton in het noorden van de Atlantische Oceaan (links Noord-Amerika, rechtsboven West-Europa) te zien. Geel, rood en groen geven de hoogste concentraties plankton aan. Van de zwarte gebieden zijn geen metingen beschikbaar. De foto is samengesteld met behulp van metingen van de Amerikaanse milieusatelliet Nimbus 7. Foto NASA.



De minuscule skeletjes van foraminiferen vormen een dik pakket op de oceaanbodem. Als het een dik pakket is en onder druk komt te staan, vormt het zelfs kalksteen.

miniferen vormen door hun kalkhoudende skeletjes een belangrijk onderdeel van deze kalkcyclus. Er bestaat veel belangstelling voor deze cyclus omdat voor de vorming van kalk in de bovenlaag van de oceaan kooldioxide aan de atmosfeer wordt onttrokken. Een verheviging van de kalkcyclus zou het ontstaan van het broeikaseffect, door een toename van kooldioxide in de lucht kunnen afremmen. De oceanische kalkcyclus beslaat echter een zeer lange periode, zodat veranderingen op korte termijn niet kunnen worden verwacht. Brummer heeft echter ontdekt dat de skeletjes van onvolgroeide foraminiferen, anders dan tot nu toe werd aangenomen, niet op de oceaanbodem terechtkomen. Zijn verklaring hiervoor is dat er ook een korte kalkcyclus in de oceaan bestaat. Deze ontdekking was mogelijk doordat Brummer een soortenindeling van de foraminiferen heeft gemaakt die gebaseerd is op de skeletvorm gedurende de hele groei. Deze indeling maakt het mogelijk om een betrouwbare reconstructie te maken van de evolutie van foraminiferen. Anderzijds levert dit soort onderzoek ook meer inzicht op in het gedrag van de oceanen onder veranderende omstandigheden in de dampkring.

# Bossen

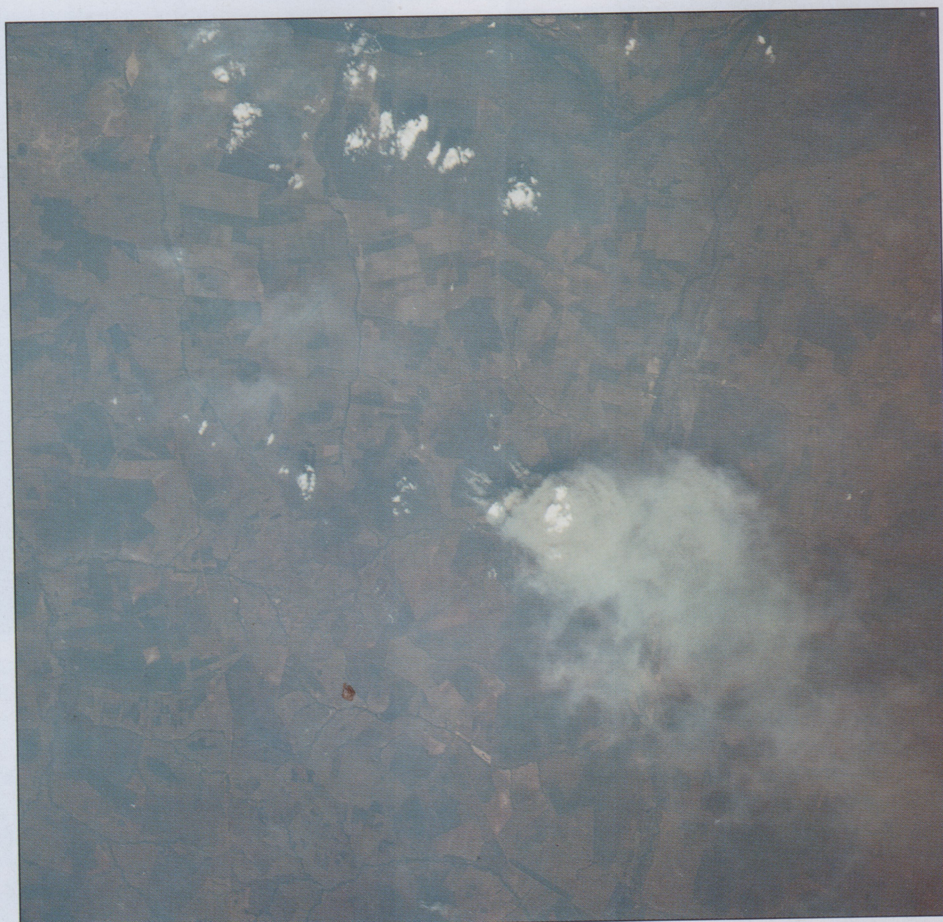
ADA MOLKENBOER

**Voor onze dagelijkse ademtochten zijn bossen niet van essentieel belang, als onderdeel van ons ecosysteem zijn ze absoluut onmisbaar. Ze hebben een heel belangrijke bufferfunctie in de waterkringlopen en als opslagplaats van veel planten, dieren en andere levende organismen.**

Bossen zijn één van de vegetatietypen die onze Aarde bedekken. Hoog in de bergen en in het verre noorden vinden we geen bossen, omdat de klimatologische omstandigheden daar voor bomen te extreem zijn om te groeien. Ook woestijnen en de aangrenzende gebieden zijn ongeschikt voor boomgroei. Nederland ligt in het gebied met de gemengde loofbossen. Van nature komen hier berken, eiken, beuken en in de waterrijke gebieden, wilgen voor. Naaldbomen zoals de dennen op de zandgronden, horen hier niet thuis.

## Erosie in Europa

De bossen in Europa hebben een belangrijke functie in de waterhuishouding. De gemengde loofbossen hebben een weelderige ondergroei en dus ook een dikke humuslaag op de bodem. Na een regenbui wordt het water opgezogen door dit dikke humuspakket en het overtollige water wordt langzaam afgegeven en verzamelt zich in kleine stroompjes die uitgroeien tot beken en rivieren. Wanneer dergelijke hellingen ontgonnen worden om er landbouw op te plegen, te beweiden of als skihelling in gebruik te nemen, dan blijft er slechts een dunne bodemlaag met eventueel wat gras over. Regenwater



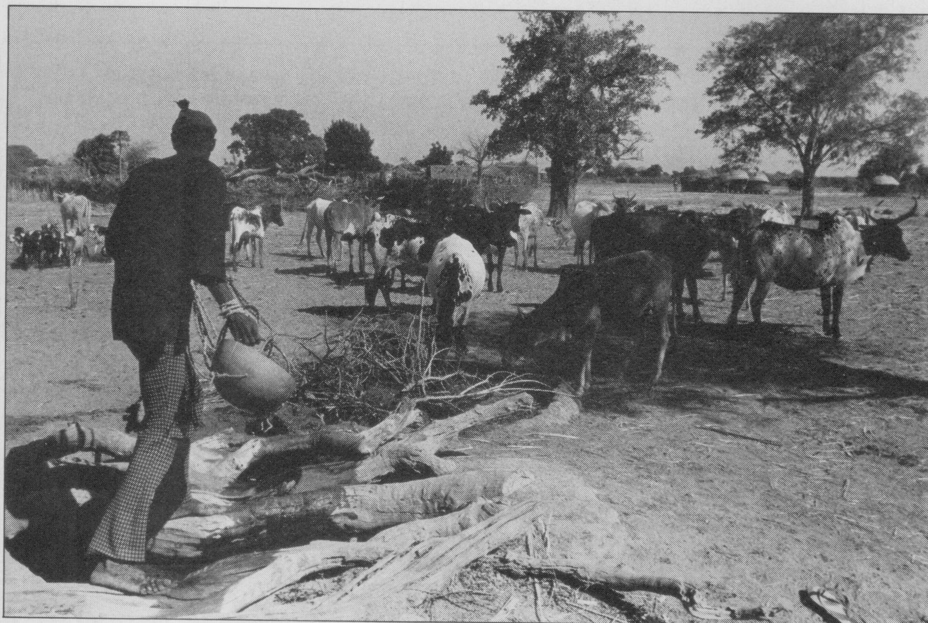
De afbraak van tropische regenwouden gebeurt op een dergelijk grote schaal dat die vanuit de ruimte goed te zien is. Amerikaanse astronauten fotografeerden in 1984 branden in een bosgebied in Brazilië. Oorspronkelijk was dit hele gebied bos. Nu zijn er nog slechts resten van dat bos over (de donkere vlekken). De rest is door de mensen gekapt. Foto NASA.





In semi-aride gebieden als de Ardèche in Frankrijk kan tengevolge van verkeerde landbouwmethoden en overbegrazing door schapen en geiten het oppervlak dermate verstoord raken dat er, na de elk jaar optredende hevige regenbuien in augustus en september, gullies ontstaan die ieder jaar dieper en breder worden. Een weg terug lijkt er niet meer te zijn. Foto Ada Molkenboer.

Het Randsdalerveld in Zuid-Limburg is al vaak na hevige regenval geteisterd door overmatige erosie. De bovenste laag van de akkers die niet volgens de hoogtelijnen waren geploegd, maar loodrecht op de helling, spoelde weg en kwam op de wegen en in de dalen terecht. Uiteindelijk blijft ook daar slechts rotsbodem over. Foto Ada Molkenboer.





kan dan slechts voor een heel klein deel in de bodem trekken en stroomt verder over het oppervlak af en verzamelt zich in bestaande beken en rivieren. Die zijn niet ingesteld op zo'n overdaad aan water en treden buiten hun oevers. Bovendien spoelt er met het regenwater ook materiaal van de helling mee. Dat kleine beetje gras is niet in staat om een bodem adequaat vast te houden, laat staan een aanzienlijke hoeveelheid regenwater tijdelijk op te slaan. Zodra er ergens een kaal plekje is kan het regenwater vat krijgen op het bodemmateriaal en ontstaat er een nieuw waterloopje dat weer meer vegetatie en hellingmateriaal meevoert. Het meest pro-

**Vee wordt voornamelijk voor de melkproductie gehouden. Als er door aanhoudende droogte niet zoveel groeit valt er voor de dieren ook niet zoveel te grazen en zijn ze ook niet meer geschikt voor de slacht. Foto Landbouwuniversiteit Wageningen.**

**Hellingen zijn altijd erosiegevoeliger dan vlakke terreinen. Een ontboste helling in een tropisch regenwoud is gedoemd tot op de rotsondergrond weg te spoelen. Foto Landbouwuniversiteit Wageningen.**

blematische hiervan is dat het proces alleen met heel veel moeite en kunstwerken tot staan is te brengen. In de Alpen en aangrenzenden berggebieden, maar ook in de Mediterrane streken zijn er legio voorbeelden van bosgebieden die ontgonnen zijn en vervolgens na overbeweiding, meestal met schapen en geiten, ten prooi vielen aan erosie. De gullies (door erosie gevormde ravijnen) zoals we die onder meer in de landen rond de Middellandse Zee kunnen vinden, zijn indrukwekkend, maar voor degene die er meer van weet een rampzalige aanblik.

## Overstromingen in de Derde Wereld

Het probleem van wateroverlast en erosie beperkt zich niet tot onze streken. In het groot betekent het een catastrofe voor Derde Wereld landen.

Veel bodems onder bossen in gebieden met een neerslag van meer dan 1200 millimeter per jaar, hebben een zeer weelderige vegetatie, maar een bodem die uiterst arm is. Het bos camoufleert als het ware een soort woestijn met veel regen. Verdwijnt de vegetatie, dan blijft er niets anders dan een arme, vaak rotsachtige bodem over. Het waterbergend vermogen is daarmee ook verdwenen.

De overstromingen in bijvoorbeelod Bangladesh worden veroorzaakt door ontbossing in de gebieden die stroomopwaarts van het land, aan de voet van de Himalaya, liggen in combinatie met, de twee keer per jaar terugkerende hevige moessonregens.

De bodems aan de voet van de Himalaya

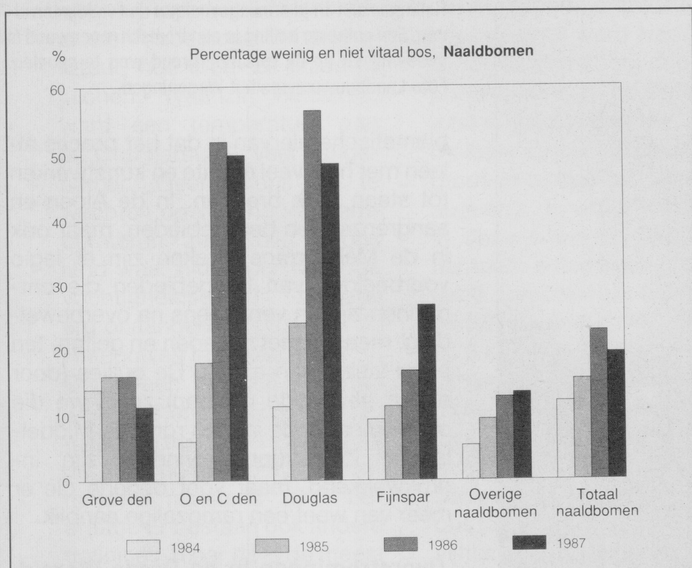
| gebied | gesloten bossen | open bosgebied | totaal bosareaal | braakliggend bos en struik vegetaties | totaal |
|---|---|---|---|---|---|
| Europa | 137 | 22 | 159 | - | 159 |
| USSR | 792 | 137 | 929 | - | 929 |
| Azië | 332 | 50 | 382 | 107 | 489 |
| China | 122 | 15 | 137 | - | 137 |
| Afrika | 221 | 499 | 720 | 608 | 1.328 |
| Nrd.Amerika | 459 | 275 | 734 | - | 734 |
| Lat.Amerika | 693 | 240 | 933 | 313 | 1.246 |
| Oceanië | 72 | 86 | 158 | 2 | 160 |
| WERELD | 2.828 | 1.324 | 4.152 | 1.030 | 5.182 |

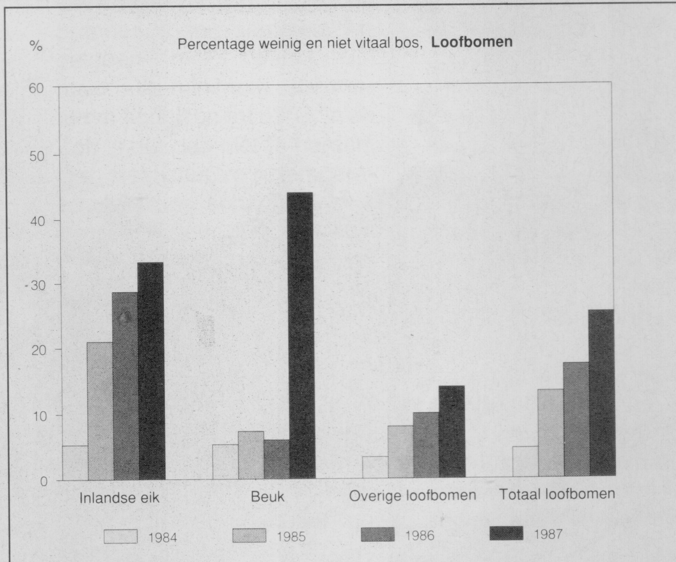
Tabel 1. Voorraad bosareaal over de gehele wereld, rond 1980, (Azië zonder China) in miljoenen hectaren. Bron: World Watch papers 83.
Sinds het begin van grootschalige aktiviteiten van de mens, enkele duizenden jaren geleden, is een derde van alle bos op Aarde verdwenen. Dit is er nog van over.

| land | aandeel hout in totale energiegebruik in procenten |
|---|---|
| **Afrika** | |
| Boerkina Faso | 96 |
| Kenia | 71 |
| Malawi | 93 |
| Nigeria | 82 |
| Soedan | 74 |
| Tanzania | 92 |
| **Azië** | |
| China | > 25 * |
| India | 33 |
| Indonesië | 50 |
| Nepal | 94 |
| **Latijns Amerika** | |
| Brazilië | 20 |
| Costa Rica | 33 |
| Nicaragua | 50 |
| Paraguay | 64 |

Tabel 2. Aandeel hout in totale energie verbruik in bepaalde landen, begin tachtiger jaren. Bron: Worldwatch papers 83. ▷
*inclusief landbouwafval en mest als aanvulling op hout en kolen

De achteruitgang van de bossen in Nederland volgens onderzoek van Staatsbosbeheer. Bron Zorgen voor morgen, RIVM.




en die van de landbouwgronden in Bangladesh zelf, zijn niet meer in staat om periodiek grote hoeveelheden neerslag te bergen, met als gevolg enorme pieken in de afvoer van de rivieren. Bangladesh ligt aan de monding van de rivier de Ganges, die ook het water van de Brahmaputra heeft opgenomen. Tussen 1913 en 1978 is op één meetpunt langs de Brahmaputra de gemiddelde hoogwaterstand met bijna twee meter gestegen. Het land ligt net boven zeeniveau en wordt opgezadeld met een wateroverlast die grotendeels stroomopwaarts, buiten de landsgrenzen, zijn oorzaak heeft.

## Opslagplaats van kooldioxyde

Op dit moment wordt er per jaar meer dan 11,5 miljoen hectare tropisch bos gekapt, terwijl er maar 1,1 miljoen hectare opnieuw wordt aangeplant. Door het kappen van bossen en het verbranden van het hout komt er netto meer $CO_2$ in de lucht dan er door de restanten van die bossen en de nieuwe begroeiing van de bodem wordt opgenomen. Die hoeveelheid $CO_2$ is naar schatting 20 tot 50% van de hoeveelheid $CO_2$ die door het verbranden van fossiele brandstoffen in de dampkring komt.

De verstoring van het $CO_2$-evenwicht in de dampkring speelt een belangrijke rol bij het broeikaseffect, waarover meer in het verhaal "Toeval of broeikaseffect". Er is berekend dat de overproduktie aan $CO_2$ teruggebracht zou kunnen worden door de aanplant van grote boscomplexen. Het zou echter een bosoppervlak ter grootte van het Australische continent vergen om alle $CO_2$ die we teveel hebben op te kunnen slaan in organisch materiaal. Het aanplanten van meer bos dan er nu is, zou in ieder geval het broeikadeffect kunnen vertragen en heeft daarom zeker zin.

## Houtkap in de Derde Wereld

De helft van alle houtkap vindt plaats in slechts vijf landen, Brazilië, Indonesië, Colombia, Ivoorkust en Thailand. Omdat maar weinig landen voor het grootste deel van het probleem verantwoordelijk zijn, kan er vrij snel iets aan het probleem worden gedaan. Een effectief bosbeheer met Westerse hulp, moet binnen een paar jaar duidelijk resultaat kunnen hebben. Thailand heeft onlangs het goede voorbeeld gegeven en een kapverbod voor tropisch hout afgekondigd.
Japan neemt een derde van de wereldimport van tropisch hout voor zijn rekening. Het gebruik van hout speelt ook in de Japanse cultuur een belangrijke rol. Bovendien zijn Japanse bomen heilig en al

het hout moet dus ingevoerd worden. Eco-vandalisme zou men zoiets kunnen noemen. Japanse bescherming van de bomen zal zich dus voor wat betreft Japan tot buiten de landsgrenzen moeten gaan uitbreiden.
In Derde Wereld landen wordt met de houtvoorraad omgesprongen op een manier die op lange termijn voor gigantische problemen kan gaan zorgen. In de tropische regenwouden wordt op grote schaal aan ontginning (kappen) van de bossen gedaan ten behoeve van de winning door grote houtproducenten van het zogeheten hardhout (de Amerikaanse benaming voor loofhout). Het overgrote deel van het hout wordt geëxporteerd naar de rijke landen op het noordelijk halfrond. Tropisch hout wordt voor diverse doeleinden gebruikt. Vanouds worden de bekende Engelse tuinbanken van tropisch hout gemaakt. De laatste decennia is het mode om kozijnen en deuren van huizen uit tropisch hout te fabriceren. Het hout kan gebeitst worden en de houtstruktuur blijft zichtbaar. Tropische kozijnen zouden ook duurzamer zijn, maar de duurzaamheid van hout hangt natuurlijk in de eerste plaats af van de kwaliteit van het onderhoud. De kozijnen van Europees naaldhout (grenen) kunnen met een goede laag verf erover een paar honderd jaar in goede conditie blijven. Bovendien wordt het Europese naaldhout op speciale "plantages" opgekweekt zonder dat er roofbouw op de bosarealen gepleegd wordt.
Naast het gebruik van tropisch hardhout in de woningbouw worden er steeds meer tuinbanken en zelfs houten tuintegels van dit materiaal te koop aangeboden. Een oneigenlijk gebruik van materiaal dat veel kostbaarder is dan de prijs doet vermoeden.
De manier waarop men in de Derde Wereld landbouw pleegt is anders dan die wij hier al honderden jaren gewoon zijn. In veel tropische landen trekken de boeren naar een volgende plaats zodra de grond waar ze hun gewassen op verbouwden, is uitgeput. Het wisselen van gewassen of het toevoegen van mineralen om de bodemvruchtbaarheid te bevorderen is daar niet gebruikelijk. Als er door het oerwoud al wegen zijn aangelegd ten behoeve van de houtkap, dan vergemakkelijkt en versnelt dat voor de boeren de trek naar een volgend landbouwgebied. Om een nieuw perceel landbouw grond in gebruik te kunnen nemen, moet er "ruimte" gemaakt worden. Daartoe wordt een stuk bos gewoon in brand gestoken. De as die overblijft fungeert, zo lang als het duurt, als bemesting. Het meest problematische van de tropische regenwouden is dat de zo overdadig vruchtbaar lijkende vegetatie zich helemaal niet zo snel weer herstelt op een kaal geslagen, meestal ook nog weggespoeld stuk grond. De verhalen dat als je een pad door het oerwoud hakt, honderd meter achter je het pad al weer dichtgegroeid is, gaat misschien wel op voor het wegslaan van wat lianen en een enkel boompje, waarbij de bodem in takt blijft, maar niet voor een totaal kaalgeslagen stuk oerwoud.

Het tropisch regenwoud is misschien wel ver van ons bed, maar de problemen zeker niet. Het tropisch regenwoud is zo'n ingewikkeld ecosysteem en zo'n gigantische bron van levend materiaal, dat we er eigenlijk uiterst zorgvuldig mee om moeten springen. De tropische regenwouden bevatten bovendien heel veel plantensoorten die gebruikt worden bij de plantenveredeling in de landbouw. Het is absoluut noodzakelijk om de beschikking te hebben over een depot met oorspronkelijk materiaal. Eigenschappen die door het kweken verdwenen zijn, moeten altijd in oorspronkelijke staat beschikbaar blijven. Het tropisch regenwoud is een opslagplaats van jewelste. Vrijwel alle tropische vruchten vinden hun oorsprong in het oerwoud. Wat is het leven zonder sinaasappels en citroenen?
Vanuit het "rijke westen" moeten we dus alles doen om de afbraak van het tropische regenwoud te stoppen. Dat kunnen we op verscheidene manieren doen:
- het gebruik van tropisch hout tot een absoluut minimum beperken;
- de houtproducenten in de Derde Wereld landen met kennis en geld ondersteunen in het opzetten van "plantages" voor bepaalde onvermijdelijk te gebruiken tropische houtsoorten;
- assisteren bij het zoeken naar mogelijkheden voor bodemverbetering.

## Geld aan de bomen

De autochtone bevolking heeft een landbouwsysteem waarbij ze een groot bosareaal omzet in landbouwgronden die in relatief korte tijd weer worden verlaten en aan "de elementen" overgelaten. Met kennis en geld moeten we deze mensen ondersteunen in het opzetten van een systeem dat uitgaat van een gevestigd bestaan met een vaste woonplaats in plaats van een trekkend bestaan. Het wetenschappelijk blad Nature heeft onlangs gegevens van drie Amerikaanse onderzoekers gepubliceerd waaruit blijkt dat de bevolking financieel beter af is met het exploiteren van een bestaand tropisch regenwoud dan het "ontginnen" van het bos.
Een hectare onaangetast tropisch regenwoud in Peru was het onderzoeksgebied. Het perceel vertegenwoordigt een waarde van 6.820 dollar, wanneer jaar op jaar vruchten geoogst en rubber getapt en de opbrengsten verkocht worden. Het kappen van het bos om er weiland voor vee van te maken, leidt tot een waarde van het perceel van 2.960 dollar. Wanneer het perceel voor bosbouw gebruikt wordt, is de waarde ervan 3.164 dollar. Deze bedragen zijn berekend op basis van langjarig gebruik. Rekent men voor één jaar, dan levert kappen het meeste op, namelijk 1000 dollar. Het betekent echter wel in één keer het einde van het perceel en de inkomsten in verdere toekomst zijn bijna of helemaal nul. Het lijkt me niet moeilijk om aan de hand van deze gegevens een keuze voor het behoud en op bescheiden schaal exploitatie van het tropisch regenwoud te maken.

## Droog, droger, droogst

De Derde Wereld landen die in de minder bosrijke gebieden gelegen zijn, hebben een probleem met de schaarse houtvoorraad dat iets anders ligt. In alle minder ontwikkelde landen is hout de belangrijkste en vaak enige bron van energie voor huishoudelijk gebruik (zie tabel 2).
In de gebieden waar maar enkele bomen staan, worden alle boompjes en struikjes opgestookt in een tempo dat hoger ligt dan dat van de natuurlijke aanwas. Regen en wind kunnen vat krijgen op de bodem en er treedt erosie op. Het droge gebied wordt nog droger en de woestijn heeft zich weer verder uitgebreid. Het probleem van de Sahel in een notedop.
Er zijn op kleine schaal wel wat projecten voor alternatieve energievoorziening, maar zodra de ontwikkelingswerkers weg zijn, keren de mensen meestal terug naar hun oorspronkelijke energievoorziening en raakt een opgezet project vroeger of later in verval.
Eigenlijk is hier ook sprake van een overbevolking in verhouding tot de manier waarop de mensen in deze gebieden leven. Bovendien wordt vanuit het "rijke" westen uitgebreid geprofiteerd van de goedkope grondstoffen in de Derde Wereld landen. Daarom zullen we de lokale bevolking ondersteuning moeten geven in het zoeken naar een evenwicht met de hun omringende natuur zonder dat het ten koste gaat van de eigen mensen of van de natuur.

# Een laser die rook in plakjes snijdt

HERBERT BLANKESTEIJN

**Luchtvervuiling meten kun je alleen op de plaats waar je zelf bent. Als je de vervuiling ver weg wilt weten, moet je er dus op af. Soms zijn zelfs metingen vanuit een vliegtuig nodig. Maar met een nieuwe meettechniek, Lidar, wordt dat anders. Lidar werkt met een laserstraal die als het ware rookwolken openzaagt om te kijken wat erin zit.**

Laserstralen hadden al heel veel gebruiksmogelijkheden. Afstanden meten, lassen en snijden, CD's aftasten en (volgens sommigen) oorlogen uitvechten. Luchtvervuiling opsporen komt daar nu dus bij. Lidar staat voor Light Detection And Ranging. Radar, maar dan met licht, zou je kunnen zeggen. In principe kun je met deze techniek de plaats, de snelheid en ook de aard van luchtverontreiniging op grote afstand bepalen.

Een Lidar-installatie bestaat uit een laserbron, een telescoop en een hele hoop elektronica voor de gegevensverwerking. Een meting wordt als volgt gedaan. De laserbron vuurt een korte flits licht omhoog, de lucht in. Die flits is onvoorstelbaar kort: een honderdmiljoenste deel van een seconde. Dat betekent dat er een straaltje licht vertrekt met een lengte van niet meer dan 3 meter. Ter vergelijking: wie een zaklantaarn gedurende een seconde laat schijnen veroorzaakt een lichtbundel van 300.000 kilometer lengte (het licht reist met een snelheid van 300.000 kilometer per seconde).

## Verstrooiing door stof

De ultrakorte lichtstraal begint aan zijn reis omhoog en komt onderweg van alles tegen. Luchtmoleculen bijvoorbeeld, die de gang van het licht nauwelijks verstoren, maar ook stofdeeltjes. Die kunnen van natuurlijke oorsprong zijn of bijvoorbeeld uit schoorstenen komen. Rook bevat altijd stof. Die stofdeeltjes verstrooien kleine beetjes licht alle kanten op. Hetzelfde gebeurt met de lichtbundels uit de koplampen van een auto. Bij helder weer zie je de bundels zelf niet, maar bij mist zijn ze goed zichtbaar; het licht wordt dan door de mist alle kanten op gekaatst.

Ook de automobilist ziet dan zijn eigen lichtbundels en hij weet daardoor dat het mistig is, als hij dat nog niet eerder begrepen had tenminste. Net zo werkt de telescoop die bij de Lidar-apparatuur hoort. Als die een klein beetje licht terugontvangt, kan de computer concluderen dat de lichtstraal stof is tegengekomen.

Daarbij blijft het evenwel niet. De telescoop neemt niet alleen waar dàt er licht terugkomt, maar ook op welk moment en hoeveel. Uit de hoeveelheid volgt hoeveel stof er is aangetroffen en uit het tijdstip volgt waar het stof uithangt. De snelheid van het licht is tenslotte bekend. Natuurlijk kan een lichtflits meer dan één stofwolk tegenkomen: wat er na de eerste stofwolk nog over is, kan door een tweede wolk verderop alsnog worden verstrooid. Dat licht is later terug bij de telescoop en zo wordt duidelijk dat het inderdaad om een tweede wolk op grotere afstand gaat.

Hoe nauwkeurig de meetinstrumenten moeten zijn, blijkt uit het feit dat de ultrakorte laserstraal tien miljoen maal miljard lichtdeeltjes of fotonen bevat (een foton is de kleinste hoeveelheid licht die mogelijk is, een soort lichtatoom), terwijl er van een bepaalde plaats soms maar een paar honderd terugkomen. De Lidar kan zo ongeveer zes kilometer ver zien. Over die afstand (heen en terug) doet het licht een vijfentwintigduizendste seconde. In die korte tijd moeten dus de gegevens worden binnengehaald over wat zich op een zes kilometer lange lijn allemaal ophoudt, met een nauwkeurigheid van drie meter. Dan is het pauze, een tiende seconde lang, en komt de volgende flits.

## Verdeling van stof

Men heeft op zich niet zo veel aan informatie over een zes kilometer lang traject. Het wordt veel interessanter als we de richting van de laserbundel langzaam gaan variëren, bijvoorbeeld van steil omhoog tot horizontaal. We krijgen dan informatie over een rechtopstaande plak lucht, die we in een tekening kunnen weergeven of op een beeldscherm laten zien. Alle stofwolken komen daarop tevoorschijn in doorsnede. De laserstraal en de computer hebben samen als het ware een plak uit de lucht gezaagd.

Hiermee kun je leuke plaatjes maken, maar je weet nog niet wat voor vervuiling er in het spel is. Daarvoor moet een "opgevoerde" Lidar worden gemaakt en die komt straks aan de orde. Ook zonder verdere kunstgrepen kun je echter al heel leuke dingen doen. Bijvoorbeeld de plaats van een rookwolk bepalen, vervolgens een stukje naar opzij kijken en wachten tot daar dezelfde wolk langskomt. Zo meet je in feite de windsnelheid, maar dan op afstand.

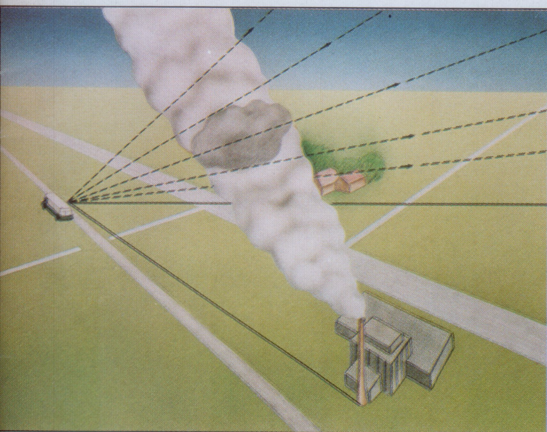
Een andere mogelijkheid is langdurig met de Lidar recht omhoog kijken. We zien dan dat de onderste laag van de atmosfeer tamelijk rijk is aan stof. Dat stof is niet altijd te zien; ook op heldere dagen is er altijd wel wat in de lucht. Maar de Lidar ziet het wel (de Lidar ziet ook pluimen uit schoorstenen waar voor het blote oog niets uit lijkt te komen). Al dit stof wordt door de mens de lucht ingeblazen; voor een deel wordt het ook opgewaaid door de wind. Die stoffige laag heet de menglaag. De menglaag is niet altijd even dik. De dikte varieert van minder dan 200 tot meer dan 2000 meter. 's Nachts is hij vaak dun en overdag is hij dikker, vooral als de zonnewarmte de atmosfeer in beweging brengt. Met Lidar kunnen we dus zien hoe dik die laag is en dat vertelt ons automatisch hoe sterk de luchtvervuiling wordt verdund: die kan namelijk de menglaag niet uit. Als de menglaag te dun is, kan men bijvoorbeeld besluiten om niet een (vuile) kolencentrale in te schakelen, maar een schone gascentrale.

Verder kun je met Lidar zien wat er gebeurt met wolken uit hoge schoorstenen. Die verdwijnen soms netjes uit het zicht, maar de vuiligheid kan verderop best weer omlaag komen. Met Lidar is zo'n wolk in principe te volgen, hoe sterk hij ook uit elkaar wordt geblazen door de wind.

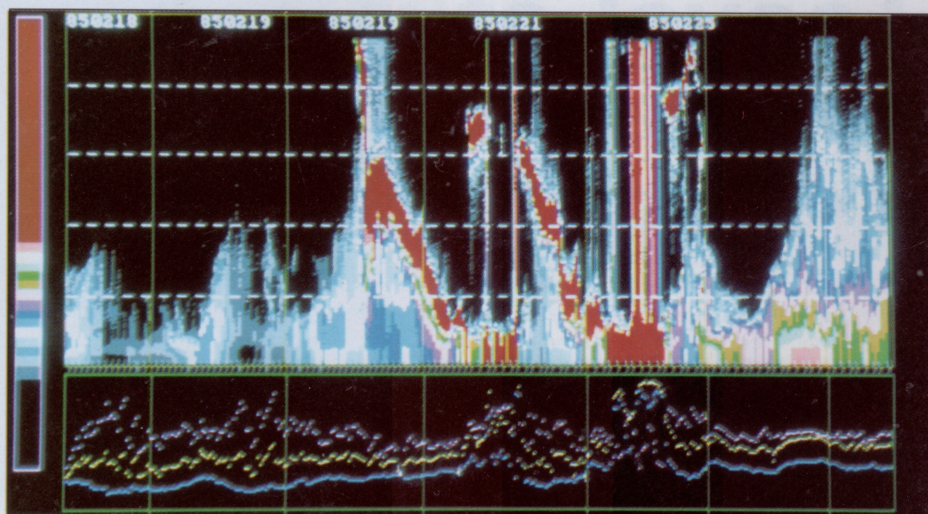
Met deze, stoffige vorm van Lidar houden in Nederland TNO in Den Haag (het Fysisch en Elektronisch Laboratorium FEL), het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne) in Bilthoven en de KEMA in Arnhem zich bezig. Het gaat erom meer te weten te komen over het gedrag van de atmosfeer, zodat er betere voorspellingen kunnen worden gedaan op allerlei gebied.

## Controle op afstand

Het RIVM gaat echter nog een stapje ver-

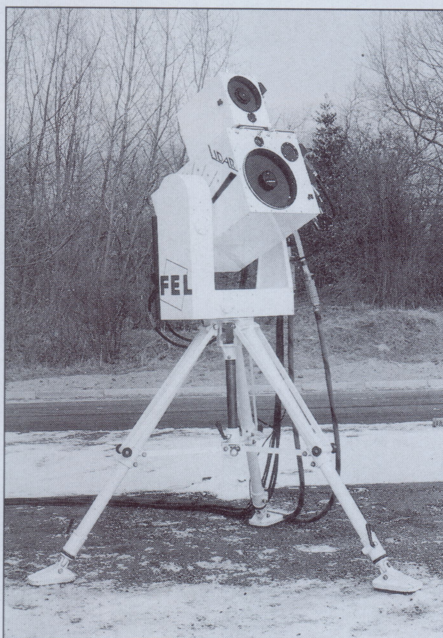


Zo wordt een plak uit de lucht gezaagd. Illustratie Wout Arendse, NOB.

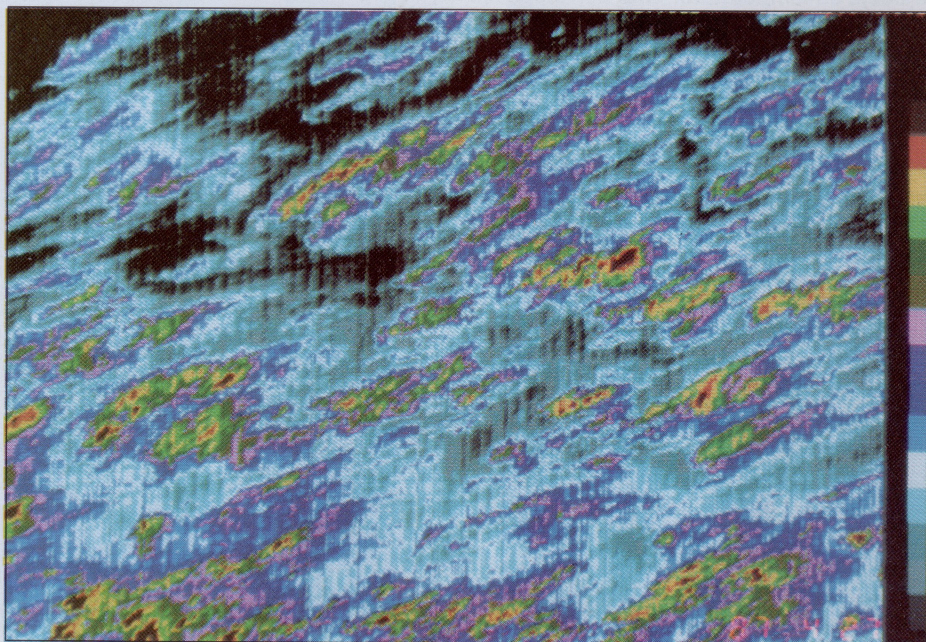



Met Lidar gemeten variaties in de dikte en de structuur van de onderste laag van de dampkring over een aaneengesloten periode van enkele etmalen. Foto TNO.

Door TNO ontwikkelde optische radar (of Lidar). Een dergelijke radar wordt gebruikt voor metingen van luchtverontreiniging door stof op afstanden van kilometers. Foto TNO.




Doorsnede van "onrustige" lucht gemaakt door met een Lidar in één vaste richting te meten. De variaties in stofconcentratie zijn in kleur weergegeven. Stof komt voor in "luchtbellen" die door de wind worden meegesleept. De bewegingen zorgen voor de scheve vlekken. Uit de hellingshoek van de vlekken kan de windsnelheid bepaald worden. Foto TNO.



der. Daarvoor moeten we terug naar de laser die deel uitmaakt van een Lidar. We kunnen de kleur van laserlicht precies zo kiezen, dat het door een bepaalde stof wordt opgenomen (en dus niet wordt verstrooid). Dat luistert heel nauw. Het RIVM heeft een blauwe kleur gekozen die wordt "opgegeten" door stikstofdioxide, $NO_2$. Dat is een stof die door auto's en industrieën wordt uitgestoten en die bijdraagt aan de zure regen. Er worden nu telkens twee metingen gedaan. Eén met een kleur die net niet door $NO_2$ wordt opgenomen. Die vertelt waar stof zit en hoeveel. Vervolgens wordt een meting gedaan in de kleur die wel door het gas wordt geabsorbeerd. Door de tweede meting met de eerste te vergelijken kunnen de onderzoekers nu uitrekenen waar $NO_2$ zit en ook hoeveel. Als alleen de tweede meting werd gedaan, zouden de effecten van verstrooiïng en absorptie niet kunnen worden gescheiden. Tot nu toe was het alleen mogelijk te meten hoeveel van een bepaalde kleur uit het daglicht wordt gefilterd door diverse gassen. Dat levert informatie over de totale hoeveelheid van een bepaald gas boven je hoofd, de zogenoemde gaslast, maar niet over waar het precies zit. Dat laatste kom je nu met Lidar wel te weten.

Dit opent ongekende mogelijkheden. Om de meest spectaculaire maar meteen te noemen: als je een rookpluim doorsnijdt en op elke plaats van de doorsnede de $NO_2$-concentratie weet en je weet bovendien de windsnelheid (dat is de pluimlengte die elke seconde voorbijkomt), dan kun je uitrekenen hoeveel gram $NO_2$ de schoorsteen per seconde uitbraakt. Een pracht controlemiddel zou je zeggen. Te gebruiken vanaf de openbare weg, dus zonder dat een kwaadwillige fabrikant er iets tegen kan doen. Nu moet zoiets nog gebeuren (als het al gebeurt) met sensoren in de schoorsteenpijp. ■

# Toeval of........broeikaseffect

PIET HENDRIKSMA

**Een definitief bewijs voor het broeikaseffect in Nederland is nog niet gevonden. Maar gemiddeld waren de winters van deze eeuw duidelijk zachter dan die van de vorige twee eeuwen. Bovendien is ons klimaat natter en somberder geworden. Computermodellen over de relatie broeikasgassen-klimaat hadden deze veranderingen voorspeld. Als we niets doen, wordt de kans steeds groter dat de weersverwachting voor morgen luidt: "warm, maar slechts af en toe zon en grote kans op regen"**



Foto Andries C. Sabelis.

Waar is de winter gebleven? In Vlissingen daalde het kwik sinds half december 1987 slechts één nacht even onder het nulpunt. Zelfs in het barre Groningen konden de laatste twee winters de sneeuwschuivers in de schuur blijven. Er lag maar vijf dagen sneeuw, met een maximale dikte van 2 centimeter. Ook in de rest van Europa liet de winter het afweten. Wintersporters in de Alpen vonden krokussen in plaats van sneeuw. En zelfs in Scandinavië was het dit jaar in februari al voorjaar.

Twee van die zeer zachte winters na elkaar, is dat nog toeval? Dat zou kunnen. Net zoals het mogelijk is dat iemand twee maal achtereen een winnend lot koopt. Het is gewoon een kwestie van geluk hebben.

Of betekent dit opvallend zachte weer toch een klimaatsverandering? Het is frappant dat niet alleen in ons land, maar ook in vele andere landen veel mensen in deze richting denken. Opvallend hoge temperaturen worden vooral de laatste jaren overal op de wereld gemeten. Maar om echt iets te zeggen over het klimaat moet je de temperaturen over een lange tijd middelen: klimaat is het gemiddelde weer over een periode van tenminste dertig jaar. In vergelijking met de periode 1900-1930 is de laatste dertig jaar de gemiddelde wereldtemperatuur drietiende graad gestegen. Ach, dat is nog niet eens een halve graad, zult u zeggen. Op zich te weinig om je druk over te maken. Maar wel veelbetekenend, als het de inleiding zou zijn voor een temperatuurverhoging van verscheidene graden aan het begin van de volgende eeuw. Onderzoekers, die zich bezighouden met de samenstelling van de atmosfeer, voorspellen dat dit gaat gebeuren: het broeikaseffect.

## IJstijd

Een wereldwijde klimaatverandering is op zich niets nieuws. Zo'n 15.000 tot 20.000 jaar geleden was de aardbol gemiddeld zo'n 4 graden koeler dan nu. In Europa was dit de laatste ijstijd. Oorzaak was een ongunstige positie van de Aarde ten opzichte van de Zon.

Wel nieuw is dat de mens waarschijnlijk op grote schaal het klimaat beïnvloedt, en niet weinig ook. Er zijn verwachtingen, en dat zijn niet eens de meest vergaande, dat in de komende eeuw de gemiddelde wereldtemperatuur weer met 4 graden zal stijgen. Onvoorstelbaar: wat de natuur eens in de 20.000 jaar tot stand brengt, doen wij in 100 jaar. Hoe krijgen we dat voor elkaar?

## Balans verstoord

Het opstoken van fossiele brandstoffen, de uitbreiding van de industrie en de intensivering van de landbouw vinden de laatste eeuw in zo'n tempo plaats dat de atmosfeer er wezenlijk door verandert. Het verontrustende is dat deze verandering steeds sneller gaat. De samenstelling van de lucht in de atmosfeer is bepalend voor de warmtebalans van de Aarde. Natuurlijke gassen, zoals methaangas, waterdamp en vooral koolzuurgas spelen daarin een belangrijke rol. Vooral de hoeveelheid koolzuurgas en methaangas, maar ook natuurvreemde broeikasgassen zoals de chloorfluorkoolwaterstoffen (C.F.K.'s) zijn door menselijke activiteiten sterk in concentratie toegenomen. Omdat de chemische samenstelling van de atmosfeer verandert, treden er ook natuurkundige veranderingen op. Zeer waarschijnlijk stelt zich een nieuwe evenwichtstoestand in bij een hogere temperatuur, maar daarnaast zijn ook andere effecten mogelijk. Te denken valt aan een verandering van het circulatiepatroon in de atmosfeer of zelfs aan een verandering van de stromingsrichting van de warme golfstroom. Tenslotte wekt deze verandering in concentraties broeikasgassen ook bewolking en neerslag in de hand.

De natuurlijke balans raakt hierdoor verstoord. Er stelt zich bij een hogere temperatuur van de atmosfeer een nieuwe evenwichtstoestand in, die niet per se gunstig hoeft te zijn voor ons mensen.

## Broeikas

Op een onbewolkte dag straalt de Zon haar zichtbare lichtstraling ongehinderd door de atmosfeer naar het aardoppervlak. Een deel van deze straling houdt de Aarde vast, de rest straalt ze als infrarode warmtestraling weer terug de atmosfeer in. De genoemde gassen kaatsen echter een deel van die uitgestraalde warmte weer terug, net zoals de ruiten van een broeikas dat doen. Als deze gassen niet in de atmosfeer zouden zitten, bij wijze van spreken de ramen van de broeikas open zouden staan, zou de Aarde wel 40 graden kouder zijn dan ze nu is. Dan was leven nauwelijks mogelijk. Hoe meer van deze gassen, hoe warmer de Aarde.



In een broeikaswereld wordt onze kust waarschijnlijk vaker geteisterd door stormen dan nu. Kustafslag, zoals hier dit voorjaar bij Bloemendaal, zal dan regel worden. Het effect zal bij een stijgende zeespiegel alleen nog maar versterkt worden. Foto Andries Sabelis.



De afslag van de kust is sinds het midden van de vorige eeuw nauwkeurig geregistreerd, door de afstand tussen de palen en de duinvoet op te meten. Aan de hand hiervan is vastgesteld hoeveel de kust ter plaatse van de palen achteruit is gegaan of is aangegroeid. De stijging van de zeespiegel is moeilijker afleesbaar van deze palen, omdat er niet alleen een rijzing van de zeespiegel plaatsvindt, maar ook een daling van de bodem. Voorts staan de strandpalen ondiep gefundeerd. De lagen waarin ze staan ondergaan ook klink door een in de loop der tijd steeds vastere samenpakking van de korrels. De palen zullen dus met de bodemdaling meezakken, waardoor er een schijnbaar hogere zeespiegelrijzing wordt gemeten. Om deze daling tegen te gaan, zijn er op enkele plaatsen palen op grotere diepte gefundeerd in vastgepakte lagen, waardoor deze palen geen of weinig last hebben van klink. Bij de daling van de bodem van ons land zijn deze diepere lagen echter ook betrokken, zodat er ook met behulp van deze palen geen nauwkeurige zeespiegelrijzing wordt gemeten.
De bodem van ons land is al vele miljoenen jaren in een dalende beweging. De steenkool bijvoorbeeld, die in Zuid-Limburg plaatselijk bijna aan het oppervlak ligt, is in Noord-Holland tot meer dan vier kilometer diepte weggezakt.
Foto Andries Sabelis.

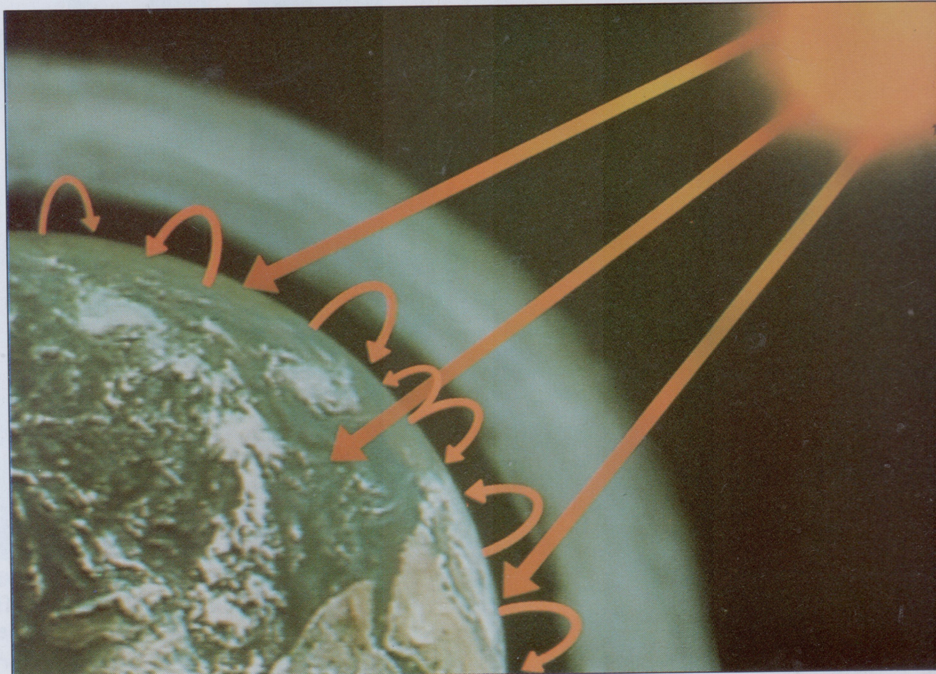
Koolzuurgas draagt voor minstens 50% bij aan dit broeikaseffect. Waar komt dat koolzuurgas vandaan? Bij de ademhaling van dieren en mensen en bij de vertering van humus ontstaan enorme hoeveelheden van dit gas. Vijfennegentig procent van het jaarlijks gevormde koolzuurgas ontstaat bij deze natuurlijke processen. Een zeer groot deel hiervan wordt ook weer opgenomen door de natuur: planten hebben dit gas nodig als bouwstof. Bij het broeikaseffect gaat het om de 5% die jaarlijks door de mens wordt geproduceerd. Koolzuurgas is namelijk het verbrandingsgas van brandstoffen, afkomstig van (fossiele) plantedelen, zoals hout, steenkool, olie en gas. Vijf procent lijkt weinig, maar het is veel als we bedenken dat dit menselijk aandeel in een koolzuurgasproduktie twee eeuwen geleden nog minder dan een 1/2 procent was.

Het extra koolzuurgas verstoort de gasbalans in de atmosfeer. Deze balans houdt in dat er elk jaar evenveel koolzuurgas door de planten en de oceanen werd opgenomen, als door verbranding en vertering geproduceerd. Het gehalte van dit gas in de lucht bleef dus constant. Maar sinds het begin van de industriële revolutie stijgt het gehalte in de lucht. Eerst ging die stijging heel geleidelijk, maar sinds het begin van deze eeuw een stuk sneller. Er is nu, overal op de wereld, ongeveer 30% meer koolzuurgas in de atmosfeer dan rond 1850. Door de enorme groei in industrie en welvaart en bevolkingsaantallen, is de verwachting dat er in de komende eeuw een jaar zal zijn, dat er al dubbel zoveel is als nu. Wanneer dat jaar precies zal zijn, is sterk afhankelijk van het toekomstige energieverbruik.

## Natte winters, droge zomers

De rol van de oceanen is hierbij belangrijk. Net als een fles vloeistof koolzuurgas kan opnemen, denk maar aan bier en priklimonade, kan oceaanwater dat ook. Het zal een deel van de door de mens geproduceerde hoeveelheid verbrandingsgassen opnemen. Hoe meer de oceanen opnemen, hoe sterker de stijging van de koolzuurgas-gehalten in de atmosfeer geremd wordt. Onderzoekers hebben ontdekt dat de oceanen meer dan de helft van dit extra koolzuurgas opnemen, maar helaas lang niet alles. Het gehalte in de lucht blijft dus stijgen. Voor het berekenen van de gevolgen daarvan op het klimaat zijn zeer ingewikkelde computermodellen gemaakt. De Amerikaanse klimaatonderzoeker Manabe heeft hier het voortouw in genomen. Hij kwam tot verrassende conclusies.

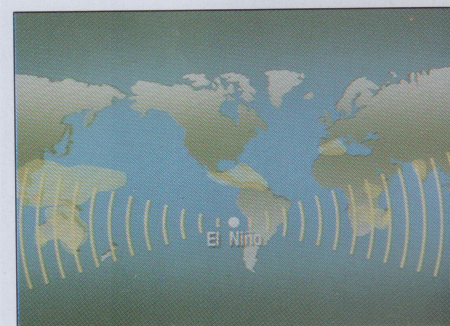
Voor onze omgeving voorspelt hij dat de temperatuurstijging 's winters duidelijk hoger zal zijn dan in de zomer: bij een temperatuurstijging van 4 graden gemiddeld, 3 graden in de zomer en 5 graden in de winter. Door de hogere temperatuur zal er meer water verdampen. Hierdoor wordt de lucht vochtiger. Gevolg: meer bewolking, meer regen. Zijn berekeningen laten zien dat de verdamping in voorjaar en zomer groter is dan de extra regen. De kans op droogteschade in de landbouw neemt daardoor toe. Het model voorspelt dit



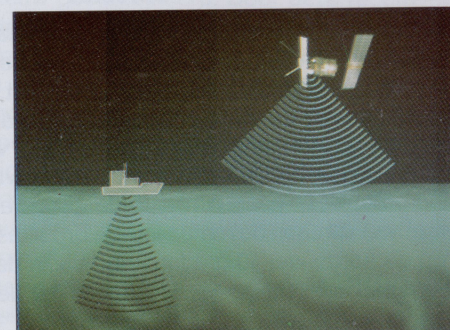
1. Het broeikaseffect ontstaat doordat gassen als koolzuurgas en methaan inkomend zonlicht doorlaten, maar uitstralende warmtegolven tegenhouden. Zo wordt de dampkring en na verloop van tijd de hele Aarde warmer. Illustratie ESA.



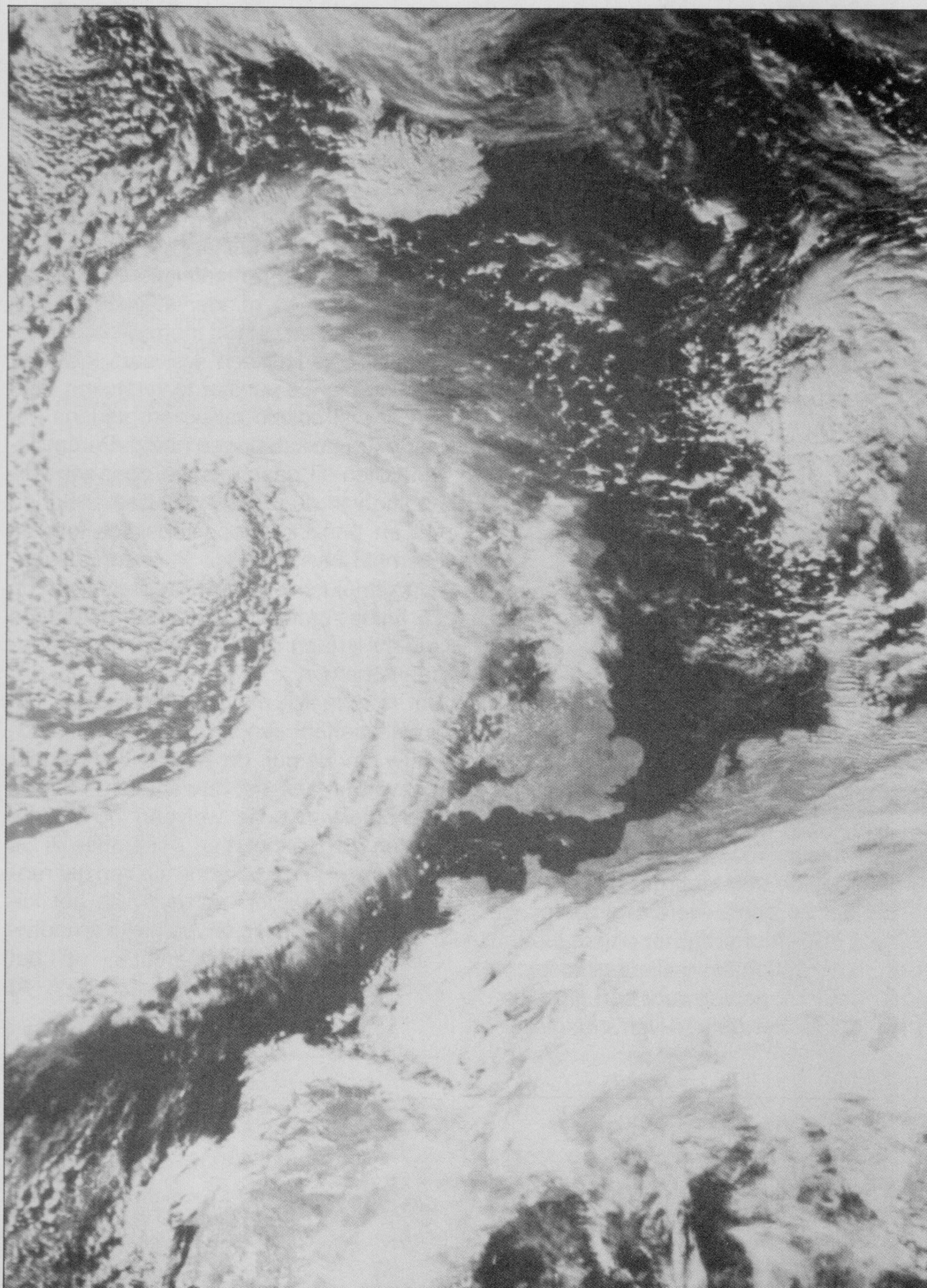

2. Op een warmere Aarde zet de bovenste laag water van de oceanen uit en smelt meer poolijs af dan nu het geval is. De zeespiegel zal daardoor gaan stijgen. Volgens pessimistische berekeningen en zonder ingrijpen van de mens zouden heel wat laaggelegen kustgebieden dan ten prooi vallen aan de zee. De kaart van West-Europa zou er anders uit gaan zien. Illustraties ESA.




3. Door opwarming van de Aarde zal het wereldwijde klimaatsysteem veranderd worden. Dat soort veranderingen komt nu ook al af en toe eens voor. Een bekend voorbeeld is El Niño. Daarbij wordt het water in het westen van de Stille Oceaan ongewoon warm waarna het naar het oosten, naar Zuid-Amerika, gaat stromen. Sinds een paar jaar is bekend dat hierdoor tijdelijke klimaatverstoringen optreden die over alle werelddelen te merken zijn. Illustratie ESA.



4. Kunstmanen gaan een belangrijke rol spelen in het bewaken van het aardse klimaat. Veranderingen in oceaanstromingen en hoeveelheden ijs op zee kondigen aan dat er iets op til is. West-Europa gaat volgend jaar zijn eerste "milieusatelliet" lanceren, de ERS-1. Die gaat speciaal naar de wereldzeeën en zee-ijs kijken. Illustratie ESA.

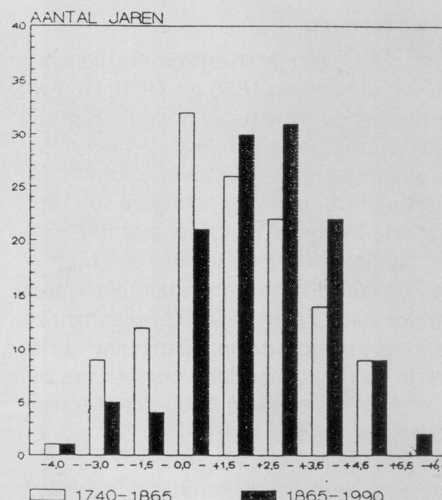


Onze winter van 1988/1989 was de zachtste sinds het begin van de metingen. De foto werd gemaakt op 21 februari 1989. Het is zonnig en zacht in Nederland, een uitzonderlijke situatie voor februari. In heel West-Europa is alleen op IJsland sneeuw te zien, al even uitzonderlijk. Foto KNMI.

voor ons land, maar in nog veel sterkere mate voor de landen rond de Middellandse Zee en voor sommige delen van de tropen.
Ook voorspelt hij dat de temperatuurstijging 's nachts sterker zal zijn dan overdag. 's Nachts straalt de Aarde veel warmte uit. Door de toegenomen bewolking en het hogere koolzuurgas-gehalte zal een groter deel van deze warmte naar de Aarde worden teruggekaatst.

## Somberheid voorbarig?

De mens is dus bezig met een enorm klimatologisch experiment, dat zowel invloed op temperatuur, regen als zonneschijn heeft. Hebben we geluk, dan hebben we gewoon wat vaker een warme dag. Hebben we pech, dan is in de volgende eeuw een wintersportvakantie in de Alpen onmogelijk en verdrogen de landen rond de Middellandse Zee. Door het afsmelten van de Noordpoolkap en het uitzetten van het oceaanwater is er kans dat we onze dijken minstens een meter moeten ophogen.
Klimaatonderzoekers moeten constateren of er echt een klimaatverandering is, want het is ook mogelijk dat de temperatuurstijging bij de genoemde drietiende graad blijft. Dat er mechanismen, zoals de toegenomen bewolking en neerslag, zijn




Gemeten te De Bilt van 1 dec. tot 1 maart. Tussen 1865 en 1990 is het aantal winters met een gemiddelde temperatuur tussen -1,5°C en +1,5°C sterk gedaald. Het aantal zeer zachte winters (+4,5°C - +5,5°C) is daarentegen gelijk gebleven.

die de stijging tot staan brengen. Dat de mens dus veel te somber is geweest en de computermodellen de weermechanismen niet goed genoeg hebben beschreven. In dit verband heeft de Britse weerkundige dienst interessant nieuws. Ze meldt dat in Noord-Schotland de gemiddelde jaartemperatuur de laatste dertig jaar niet gestegen, maar juist gedaald is. Wat zeggen de klimaatcijfers van Nederland?

## Nederland

In de achttiende en negentiende eeuw lag de gemiddelde jaartemperatuur hier op 9,0 graden Celsius, in de twintigste eeuw op 9,3 graden Celsius. Dus ook een stijging met drietiende graad.
Opvallend is dat de gemiddelde wintertemperatuur in de voorgaande eeuwen wel duidelijk lager lag dan in deze eeuw: 1,9 graad Celsius is het gemiddelde van de zeventiende, achttiende en negentiende eeuw; 2,5 graden Celsius van deze eeuw. Tussen 1650 en 1900 was de helft van de Nederlandse winters kouder dan gemiddeld 2 graden Celsius. Tussen 1900 en nu geldt dat nog maar voor een derde deel van de winters. De winters van 1975 en 1989 waren zelfs de warmste, die sinds het begin van geregelde metingen in ons land voorgekomen zijn.
Het gemiddelde jaar is behalve warmer, ook bewolkter en natter geworden. Het vreemde gevolg hiervan is dat de gemiddelde zomer juist minder zomers is geworden. Zo is het aantal zomerse dagen, dagen met een temperatuur hoger dan 25 graden Celsius, in De Bilt gedaald van gemiddeld 22 per jaar in de periode 1850-1950 naar 16 vanaf 1950. Dat is een verschil van bijna een volle week bruin bakken.

Toch zijn de voorjaren en zomers niet koeler dan die tussen 1850 en 1950. Hoewel de dagtemperaturen iets gedaald zijn, zijn de nachttemperaturen juist gestegen.
De neerslag is toegenomen. Vanaf 1740 (start van de neerslagmetingen) tot 1865 regende het gemiddeld per jaar 6% minder dan in de periode vanaf 1865 tot nu.
De Zon laat zich de laatste tientallen jaren minder zien. Vanaf 1960 tot nu schijnt ze per dag gemiddeld ruim 20 minuten korter dan in de dertig jaar daarvoor. Helaas zijn er van vorige eeuwen geen zonneschijngegevens bekend.
Al deze veranderingen wijzen in de richting van het computermodel over het broeikaseffect. En toch zijn ze niet het definitieve bewijs voor het bestaan ervan.

## Klimaat en windrichting

Want niet alleen het weer fluctueert, ook het klimaat heeft zijn fluctuaties. Zo viel er tussen 1780 en 1810 gemiddeld per jaar 12% minder neerslag dan in de tegenwoordige klimaatperiode. Maar tussen 1870 en 1900 was het nog een beetje, 1%, natter dan nu. En de zomers tussen 1900 en 1930 waren zowat net zo somber als die van de afgelopen dertig jaar.
Ook die drietiende graad stijging van de jaartemperatuur is niet echt bijzonder. Zo'n stijging valt nog steeds binnen de natuurlijke klimaatfluctuaties. Zo is bekend dat in de elfde eeuw veel zachte winters en warme zomers in West-Europa voorkwamen. In Schotland, alweer, waren er in die eeuw zelfs wijngaarden, zo weten we uit historische bronnen. De gemiddelde zomertemperatuur daar lag toen waarschijnlijk bijna een graad hoger dan nu.
Hoewel het klimaat dus aan het veranderen is, kunnen we nog steeds niet zeggen of dit het gevolg is van de broeikasgassen of van een natuurlijke fluctuatie in de temperatuur. De statistiek brengt ook geen uitkomst. Er is een kans van iets meer dan 5% dat de winterse temperatuurverschillen van deze eeuw in vergelijking met de twee vorige eeuwen puur door toeval ontstaan zijn, zo tonen berekeningen van de klimatologische dienst van het KNMI aan.
Een andere complicerende factor, die niet met het broeikaseffect hoeft samen te hangen, is een verschuiving van de verdeling van de windrichtingen. Vooral wind uit zuidelijke richtingen, die vaak warm, maar bewolkt en regenachtig weer brengt, komt vaker voor dan in vorige eeuwen. Afgenomen is de frequentie van oostelijke winden, die voor strenge winters en hete zomers zorgen.
Pas als het weertype van de afgelopen twee jaar, waarin alle seizoenen te warm, te nat en te somber zijn geweest, nog een aantal jaren aanhoudt is er een bewijs voor het broeikaseffect. Nu is het nog giswerk.

## Maatregelen

Toch is het onbekommerd verder gaan met het experimenteren met ons klimaat, met het snel verstoken van onze brandstoffen, zeer gevaarlijk. Want als de klimaatsverandering eenmaal zo groot is dat die definitief onderscheiden kan worden van de natuurlijke klimaatfluctuaties, gaat de stijging zo snel door dat grote effecten op de landbouw en waterhuishouding zijn te verwachten. Dan is het te laat om maatregelen te nemen. Het is niet voor niets dat het broeikaseffect in het rapport "Zorgen voor morgen", samen met de aantasting van de ozonlaag, als het belangrijkste mondiale milieuprobleem wordt gezien.
Een eerste aanzet tot de oplossing van deze problemen is, door het internationale besluit de produktie van C.F.K.'s sterk terug te brengen, reeds gezet.
Wat betreft de koolzuurgasproduktie, dit is een probleem voor de hele wereld. Ons land heeft hier een extra verantwoordelijkheid. Na de Amerikanen produceren wij per hoofd van de bevolking namelijk het meeste koolzuurgas, vijf maal zoveel als de gemiddelde wereldburger, vijftien maal zoveel als de derde-wereld-bewoner. In "Zorgen voor morgen", het uitgangspunt voor het nationale milieubeleidsplan, wordt dan ook gepleit voor een grote inspanning op het gebied van energiebesparing en wind- en zonne-energie.
Lucas Reijnders, hoogleraar milieuwetenschappen aan de universiteit van Amsterdam, wil aan extra investeringen op dit gebied zelfs de hoogste prioriteit toekennen om ons milieu te redden. Want energiebesparing betekent niet alleen verminderen van het broeikaseffect, maar ook minder verzuring, minder verspilling van grondstoffen en minder afvalstoffen. Hij heeft berekend dat het mogelijk is, zonder wezenlijk verlies aan welvaart, de helft minder energie per jaar te verstoken. Dan zijn er wel enkele miljarden guldens per jaar extra investeringen nodig. Particulieren zullen dit gaan merken door een verhoging van de prijzen voor gas, elektriciteit en benzine. Door subsidies kan de overheid investeringen in energiebesparing stimuleren. Via het Europarlement, de EG en de Verenigde Naties kan Nederland andere landen stimuleren dezelfde stappen te nemen.
Het is mogelijk dat de schade door het broeikaseffect aan de Nederlandse landbouw en natuur de eerste twintig jaar meevalt. Maar het afwentelen van de keerzijde van onze welvaart op andere landen en toekomstige generaties is uit den boze. Na het verschijnen van het rapport "Zorgen voor morgen" lijkt het klimaat in ons land rijp om politieke en individuele beslissingen te richten op het leefbaar houden van de Aarde. ■

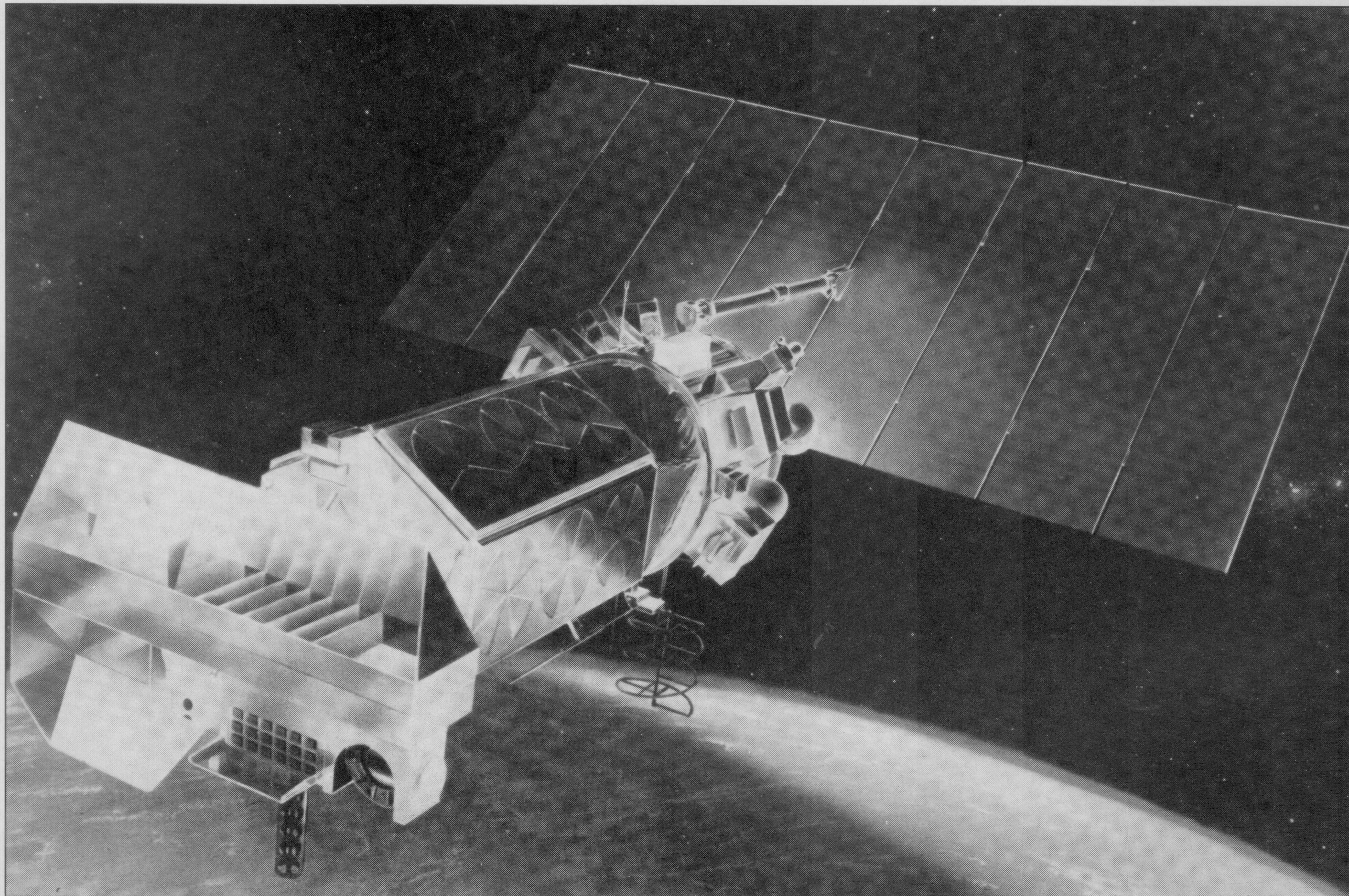
## Effecten op de landbouw

Het broeikaseffect kan voor de landbouw belangrijke gevolgen hebben. Onder invloed van het toegenomen $CO_2$-gehalte en de gestegen temperatuur zal het groeiseizoen van veel planten langer worden. $CO_2$ is voor planten voedsel en een hogere temperatuur heeft ook een gunstige invloed op de groei. Dit heeft soms een positieve uitwerking, zoals bijvoorbeeld op snijmaïs en suikerbieten. Die kunnen later geoogst worden en geven een grotere opbrengst. Granen worden daarentegen eerder rijp en moeten dus ook eerder geoogst worden, waardoor de opbrengst daalt.
Naast temperatuur is ook het water van belang voor de groei. In Nederland komt watertekort eigenlijk alleen in de zomer wel eens voor, bij temperatuurstijging zal dit tekort uiteraard groter worden.
De hedendaagse landbouw kan de gevolgen van het broeikaseffect best opvangen, al zal de complexiteit van het bedrijf hierdoor wel toenemen. In de Nederlandse situatie moet de toename van het $CO_2$-gehalte zelfs als vrij positief gezien worden, daar de landbouwers hun gewaskeuze aan kunnen passen aan het heersende klimaat.
Bron: "Nieuws uit Wageningen".

## Smog: niet met de auto, nog minder met de fiets!

Wat te doen bij smogvorming? Als het aan de overheid ligt laten we de auto staan en gaan we massaal met de fiets of het openbaar vervoer naar het werk of naar school. Dat kan leuk worden: met het huidige openbaar vervoer kunt u gemiddeld rekenen op een forse verlenging van de reistijd, als überhaupt al uw werkplek per trein of bus kunt bereiken. En wat dat fietsen betreft: dat is wel het laatste wat u moet doen. Want bij fietsen, sporten en andere vormen van lichamelijke inspanning hapt u drie, vier keer zoveel lucht c.q. smog als normaal. Of is dat nu juist de opzet, de mens als luchtfilter voor zijn eigen vervuiling. Eigenlijk wel zo eerlijk...:
Wie zijn lijf liefheeft kan bij smog dus maar het beste thuisblijven. "Gansch het raderwerk ligt stil, als uw machtige hand het wil". En daarmee ook de vervuiling.

# Satellietbeelden helpen bij waterkwaliteitsbeheer



Mede met behulp van satellietbeelden van het NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) stelt het KNMI het weerbericht samen. Met deze beelden kan daarna veel meer worden gedaan. Eén van de gebruiksmogelijkheden is de opsporing van algen en andere zwevende stoffen in de oppervlaktewateren. Rijkswaterstaat, directie Binnenwateren, gaat deze satellietbeelden gebruiken voor het waterkwaliteitsbeheer. De beelden leveren namelijk een compleet en betrouwbaar overzicht van grote gebieden. De gegevens worden geleverd door beelden die zijn opgenomen met behulp van infrarode, nabij-infrarode of ultraviolette lichtgolven. Deze, voor het blote oog onzichtbare golven, geven aanwijzingen over slib, algen, humuszuurconcentraties en de zichtdiepte in het water.

De NOAA-satellieten zenden van een hoogte van 850 kilometer de beelden vier maal per dag naar de ontvangstations. De beelden worden verwerkt tot kleurenfoto's die een, weliswaar "vals", beeld van het aardoppervlak geven. Dit "vals" slaat op het feit dat de groene vegetatie bijvoorbeeld als rood op de foto tot uitdrukking komt. De bladeren van elke plantesoort hebben een eigen frequentie, waardoor het bijvoorbeeld mogelijk is zelfs de verschillende gewassen op bouwlanden uit elkaar te houden.

In het water was het in het begin moeilijk om bijvoorbeeld slib van algen te onderscheiden op de foto's. Met behulp van watermonsters kon echter worden vastgesteld, dat slib zich homogeen over het water verdeelt en dat algen bovenop elkaar kruipen en in sierlijke krullen op het water drijven.

## Algenlagen

Voorts wil men vast gaan stellen hoe de algen overwinteren op de bodem van het IJsselmeer, hoe de kolonies ontstaan, hoe deze aangroeien en hoe de lagen met behulp van de wind ontstaan.

Van bijvoorbeeld de blauwalg Microcystis aeruginosa is bekend, dat deze veel in meer dan drie meter diep, voedselrijk (meestal vervuild) water voorkomt. De alg komt echter ook tijdens warmteperiodes veelvuldig voor. Overdag zoeken de algen het oppervlak op door met behulp van hun gasblaasjes op te stijgen, terwijl ze zich 's nachts naar de bodem laten zakken. De wind kan echter de millimeterdunne drijflaagjes met algen bijeen drijven tot soms wel decimeters dikke lagen. Door deze opeenhoping wordt het vermogen tot stijgen en dalen van de algen verstoord, waardoor er dikke stabiele lagen ontstaan. Deze kunnen maandenlang in stand blijven. De bovenlaag gaat echter vaak al na enkele weken rotten. Er ontstaat een witte bovenlaag die later blauw en tenslotte bruin wordt. Bij harde wind worden de dikke lagen weer uit elkaar gerukt.

Met behulp van de foto's kan bijvoorbeeld de inname van water door drinkwaterbedrijven tijdig worden beveiligd met gordijnen van luchtbellen, als een algenlaag te dicht in de buurt komt. Als dit niet wordt gedaan verstoppen de inlaatfilters. Er zijn echter ook licht giftige algen die niet in het drinkwater terecht mogen komen.

Het gebruik van de foto's zal een continu beeld gaan geven van de binnenwateren en alles wat er zich in het water afspeelt. Met behulp van schepen kunnen er steeds controle-monsters worden genomen op de juiste plaatsen. C.L. ■

# Boombladeren in ademnood

CEES LABAN

**Klimatologen verwachten dat pas over een aantal jaren en misschien pas over tientallen jaren, de invloed van het toegenomen kooldioxide-gehalte in de atmosfeer op het klimaat merkbaar zal worden en kan worden onderscheiden van de jaarlijks optredende seizoensfluctuaties. Een Britse onderzoeker en een team van Amerikaanse onderzoekers zeggen onafhankelijk van elkaar dat zij aan de hand van kenmerken aan bladeren en jaarringen van bomen hebben vastgesteld dat de planten direct op een verhoging van het kooldioxide-gehalte in de lucht reageren.**

De concentratie van de atmosferische kooldioxide neemt jaarlijks toe met een hoeveelheid van ongeveer 1.5 p.p.m.(delen per miljoen). Op dit moment is het gehalte 340 p.p.m.. Uit recente metingen die in kernen uit poolijs zijn uitgevoerd, is gebleken dat de concentratie van de atmosferische kooldioxide de laatste 200 jaar is toegenomen met 21%.

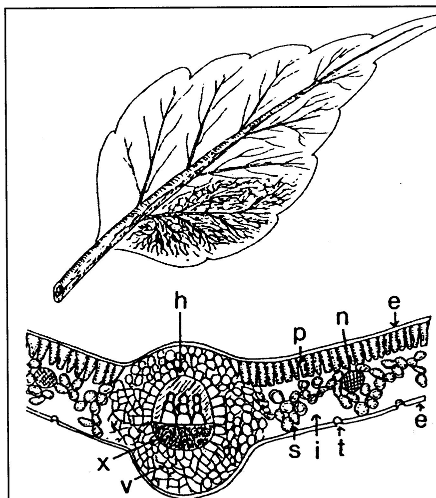
Er wordt veel onderzoek gedaan om methoden te vinden waarmee het effect van deze verhoogde concentratie op het klimaat en de plantengroei in de toekomst kan worden voorspeld. Vorig jaar verschenen er gegevens over de effecten ervan gedurende de laatste 200 jaar, vóór en na het begin van de industriële revolutie.

## Huidmondjes tellen

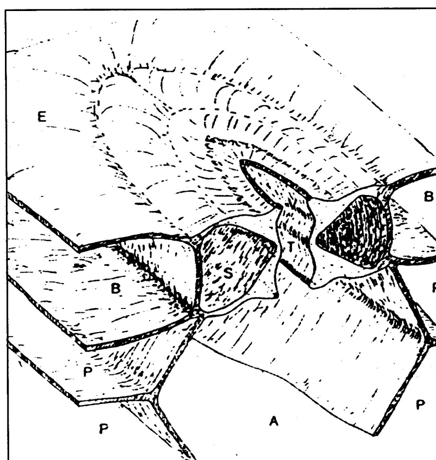
De Britse onderzoeker F.I.Woodward van de Universiteit van Cambridge, publiceerde vorig jaar gegevens die hij uit een simpel onderzoek had verkregen. Hij vergeleek bladeren van acht verschillende soorten bomen uit Midden-Engeland met bladeren uit een herbarium die de laatste 200 jaar waren verzameld. Van elke boomsoort zijn steeds vijf bladeren verzameld uit verschillende jaren.

De recente bladeren bleken anatomisch te verschillen van die uit het herbarium. Het aantal huidmondjes per eenheid bladoppervlak bleek de laatste 200 jaar met 40% te zijn afgenomen. Woodward concludeert uit zijn onderzoek dat het kooldioxide-gehalte in de afgelopen 200 jaar met 60 p.p.m. moet zijn toegenomen. De planten die vóór de industriële revolutie groeiden, hadden ook een efficiënter watergebruik dan die van vandaag de dag. Volgens Woodward moet dit minder dan de helft zijn geweest.

De huidmondjes in de bladeren van planten zorgen voor een bepaalde balans tussen de opname van kooldioxide uit de lucht, die noodzakelijk is voor de fotosynthese en groei van de plant en het onvermijdelijke verlies aan vocht vanuit het blad. De cellen van de epidermis, die de huidmondjes omringen, reageren op licht, vochtgehalte, temperatuur en kooldioxide om de uitwisseling tussen kooldioxide en water, door het openen of sluiten van de huidmondjes, zo effeciënt mogelijk te laten verlopen.




Door de bladschijf loopt een stelsel van zich steeds fijner vertakkende nerven. Het zijn de aan- en afvoerkanalen voor grondstoffen en produkten die in het blad met de fotosynthese worden gevormd. De detailtekening eronder toont schematisch de doorsnede van een blad ter hoogte van de hoofdnerf (h). Deze is omgeven door vulweefsel (v) en steunweefsel (x). In de bladschijf zelf treffen we fijn gebouwde zijnerven aan (n). Tussen de boven- en onderhuid van het blad, de epidermis (e), ligt onder de bovenkant het palissadenparenchym (p) met daaronder het luchtige sponsparenchym (s); ertussen bevinden zich de vele lucht- of intercellulaire holtes. Bij de grote holtes dicht onder de onder-epidermis treffen we ademhalingsopeningen (i) aan, de huidmondjes of stomata(t).



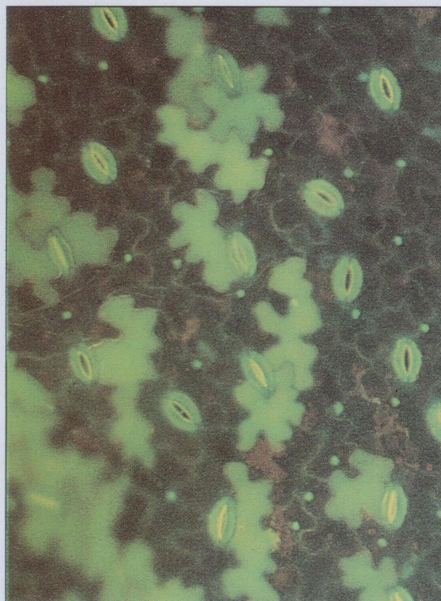

Dwarsdoorsnede door een huidmondje, e: epidermisoppervlak, b: buurcel naast de sluitcel (s), t: spleetvormige opening of porus, v: voorhof, p: parenchymcellen, a: ademholte achter de spleet.

Uit experimenten is gebleken, dat de hoeveelheid die wordt uitgewisseld kan worden beïnvloed door een toename van het kooldioxide-gehalte in de lucht. Een toename laat de uitwisseling sneller verlopen. Planten die onder omstandigheden met een laag kooldioxide-gehalte groeien, hebben een grotere huidmondjesdichtheid dan die welke in lucht met een hoger kooldioxide-gehalte groeien. Dit brengt vergaande consequenties voor de plantgroei met zich mee. Het aantal huidmondjes per eenheid bladoppervlak varieert tussen de bladeren van de verschillende plantesoorten en ook tussen bladeren van planten van dezelfde soort die onder afwijkende omstandigheden groeien. Het onderzoek dat tot nu is gedaan, heeft zich voornamelijk gericht op de toekomst en heeft slechts een geringe verandering in de huidmondjesdichtheid voorspeld bij een toename van het kooldioxide-gehalte. Uit het onderzoek van Woodward zou echter blijken, dat de toename van het kooldioxide-gehalte al lange tijd van invloed is op planten.

De dichtheid van de huidmondjes kan ook door bijvoorbeeld sterke zonnestraling of door droogte variëren. De cellen van de epidermis kunnen in grootte veranderen waardoor de huidmondjes dichter bij elkaar komen te liggen of verder van elkaar af. Deze eigenschap van de bladeren is door Woodward ook in het onderzoek betrokken.

## Groeiringen

Door onderzoekers van de Universiteit van Arizona is eveneens een studie uitgevoerd naar de invloed van kooldioxide in de lucht en plantengroei. In het westelijk deel van de Verenigde Staten hebben deze onderzoekers, met behulp van het meten van de doorsnede van de jaarlijkse



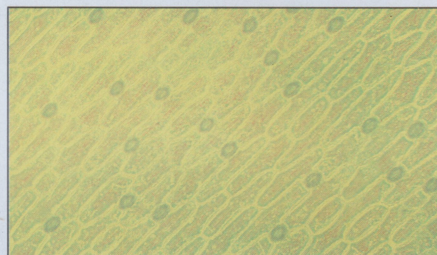
Bij tweezaadlobbigen, onze loofbomen en struiken, liggen de huidmondjes schots en scheef door elkaar. De cellen van de epidermis zijn onregelmatig gelobd.



Een huidmondje in een dennenaald bij een vergroting van 400 maal. De details komen goed tot uitdrukking, zoals blijkt uit vergelijking met de tekeningen. De voorhof is door roet zwartgekleurd.



Een doorsnede van een dennenaald, gezien met een fluorescentie-microscoop. De huidmondjes lichten op in de epidermis, die ook oplicht. Heel goed zijn de details van het vaatbundelsysteem in het midden van de naald te zien.



Huidmondjes liggen bij eenzaadlobbigen regelmatig gerangschikt op het bladoppervlak.

groeiringen, een toename vastgesteld in de groeisnelheid van de bristlecone den. Deze toename houdt volgens de onderzoekers verband met een toename van het kooldioxide-gehalte in de lucht, omdat de lagere luchtdruk op de hoogten waarop deze dennen groeien hen veel gevoeliger maakt voor kleine veranderingen hierin.

De waarnemingen van Woodward en de onderzoekers uit Arizona zouden weleens belangrijk kunnen zijn, omdat de meeste klimatologen aannemen dat het nog een aantal jaren en misschien zelfs tientallen jaren zal duren voordat het effect van kooldioxide op het klimaat kan worden onderscheiden van de normale variaties die per seizoen in het gehalte ervan voorkomen. De klimatologen zijn geïnteresseerd in de mogelijkheid om informatie over klimaatspatronen uit vroegere, warmere, perioden te gebruiken als historisch vergelijkingsmateriaal voor het verwachte warmere klimaat tengevolge van het verhoogde kooldioxide-gehalte.

De temperatuursveranderingen in het klimaat van de laatste 100.000 jaar worden ook wel in verband gebracht met veranderingen in het gehalte van de atmosferische kooldioxide. Alleen is de vraag waardoor dergelijke verhoogde concentraties zouden kunnen zijn ontstaan niet goed beantwoord tot nu toe. De concentraties van 200 p.p.m., die tijdens koude fasen van de laatste ijstijd optraden, zijn 40 tot 80 p.p.m. lager dan gedurende de warmere fasen van deze ijstijd.

## Proeven

Met behulp van een aantal boom- en plantesoorten zijn experimenten gedaan in luchtdichte ruimten waarin de omstandigheden konden worden gecontroleerd. Tijdens de drie weken durende experimenten kregen de planten 16 uur licht bij een temperatuur van 18°C overdag en 7°C 's nachts. De luchtdruk en de toegevoerde hoeveelheid kooldioxide konden nauwkeurig worden geregeld met speciaal ontwikkelde apparatuur, terwijl het kooldioxide-gehalte werd gemeten met een infrarode gas-analysator. Uit de resultaten van dit onderzoek bleek ondermeer, dat kooldioxide op zowel de fotosynthese als de verdamping grote invloed heeft. Bij een kooldioxide-gehalte van 340 p.p.m. is de gasuitwisseling 2.2. maal hoger dan bij het lagere kooldioxidegehalte van 225 p.p.m.. Vermoedelijk is dit de oorzaak geweest van de aanpassing van de huidmondjesdichtheid in de loop van de laatste 200 jaar. Het verlies van water door een te hoge gasuitwisseling kon door een kleiner aantal huidmondjes per eenheid bladoppervlak, worden tegengegaan. ■

Bomen en planten zijn nauwkeurige "thermometers" voor het signaleren van verstoringen van het klimatologisch evenwicht. Foto Andries Sabelis.



# Azijn in poedervorm

HENRI SCHLÖTZ

**Van de gehele milieuproblematiek spreekt "zure regen" het meest tot de verbeelding. Regelmatig zien we de beelden van stervende bossen in Duitsland en levenloze meren in Scandinavië. Het is duidelijk: geen mens zal zich prettig voelen in een wereld zonder bomen.**

Zure neerslag is eigenlijk een betere aanduiding voor wat wij meestal zure regen noemen. Het zijn namelijk vooral droge stoffen, die opgelost in water, als zwavelzuur en salpeterzuur hun bijtende werking hebben.

## Oorzaken

Zure neerslag is onder andere een direct gevolg van de manier waarop wij onze energiebronnen gebruiken. In verreweg de meeste gevallen is dat de verbranding van fossiele brandstoffen. Deze, van oorsprong plantaardige- en dierlijke stoffen zijn in de loop van miljoenen jaren omgezet in steenkool, aardolie en gas. In enkele tientallen jaren branden wij ze op en brengen zodoende grote hoeveelheden verzurende verbrandingsprodukten in de atmosfeer.

In grote lijnen zijn er drie veroorzakers van zure neerslag:
- zwaveldioxyde uit elektriciteitscentrales
- stikstofoxyden van het verkeer
- ammoniak van de veehouderij.

## Zwavel

Alle fossiele brandstoffen bevatten zwavel: bruinkool en steenkool het meest, en ons Slochterense aardgas het minst. Hoewel bij vulkaanuitbarstingen en bosbranden ook zwavelverbindingen vrijkomen, is de mens verantwoordelijk voor minstens 50% van de verontreiniging met zwaveldioxyde. Niet minder dan 95% hiervan wordt door de geïndustrialiseerde landen op het noordelijk halfrond geproduceerd. Zwaveldioxyde reageert met water en wordt zwavelig zuur. In een volgende reactie (met zuurstof of ozon) ontstaat uiteindelijk zwavelzuur.

## Stikstof

Ongeveer 80% van onze atmosfeer bestaat uit stikstof. Bij verbranding in motoren van auto's verbrandt het mee en komt als stikstofdioxyde in de lucht terecht. Evenals zwaveldioxyde regeert stikstofdioxyde met zuurstof en water en wordt salpeterzuur.



Zweden heeft erg veel last van zure depositie die uit Groot-Brittannië en andere West-Europese landen afkomstig is. De meren zijn er als gevolg van de erg laag geworden zuurgraad zonder leven. Overal kun je aangetaste en dode bomen op een wandeling door de verder zo mooie natuur aantreffen. Foto's Henri Schlötz.

Het verschil tussen een gezonde en een aangetaste beuk is duidelijk. Schuilen tegen de (zure) regen kun je alleen onder een gezonde beuk. Ook de afzonderlijke bladeren zien er niet gezond uit. Ze krullen, verkleuren of er vallen gewoon gaten in. Foto's Henri Schlötz.





## Ammoniak

Onder natuurlijke omstandigheden leeft het vee van de gewassen die op het land groeien. Wat gegeten wordt komt in de vorm van mest weer terug. Een volmaakte kringloop dus. In de intensieve veehouderij echter krijgen de dieren voer dat voor een belangrijk deel wordt geïmporteerd. Voor bemesting van het land wordt bovendien meestal nog gebruik gemaakt van kunstmest. Met het uitrijden van de mest komt dus niet slechts datgene terug wat eraan is onttrokken, maar een veelvoud van wat het land kan opnemen. Omdat de mest meestal niet direct wordt onder geploegd, heeft ammoniak de gelegenheid in de lucht terecht te komen. Met ammoniak is iets bijzonders aan de hand. In water opgelost (ammonia) is het een basische stof en zou de zure neerslag juist moeten neutraliseren. In de lucht wordt inderdaad een deel van het aanwezige zwavel- en salpeterzuur door ammonia geneutraliseerd. De verzurende werking van ammoniak vindt in de bodem plaats. De daar aanwezige bacteriën zetten de ammoniak (of het ammoniumzout) om in salpeterzuur. Vooral Midden- en Oost Brabant kampen met problemen van het mestoverschot. In Nederland komt ongeveer een derde van de verzurende stoffen uit de veehouderij. Verzuring door ammoniak uit mest is daarom vooral een regionaal probleem.

## Buffercapaciteit van de bodem

Vergeleken met andere landen zoals Zweden en delen van Duitsland, valt het in grote delen van Nederland op het eerste gezicht nog wel mee met de schade van de zure neerslag aan de natuur. Dat komt omdat een deel van het land vrij veel kalk (calciumcarbonaat) in de bodem heeft. Kalk neutraliseert zuur en is daarmee een natuurlijke buffer. Zure neerslag tast echter wel de buffercapaciteit aan. Op een gegeven moment is het calciumcarbonaat op en de zuurgraad van de bodem daalt dan snel. Het grote probleem is dat, omdat het effect nog niet overal zichtbaar is, men minder de neiging heeft maatregelen te nemen. Op de kalkarme zandgronden in Noord)Brabant, de Achterhoek, Twente, de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en Zuidoost Friesland zijn de bossen echter reeds zichtbaar aangetast.

## Gevolgen voor de bladeren

Omdat bossen natuurlijke windschermen zijn krijgt stof uit de lucht in de bossen de gelegenheid neer te dalen. Wanneer de lucht veel zure bestanddelen bevat komt dit vooral in de bossen terecht. Boombladeren kunnen hierdoor een hoeveelheid zuur opvangen, die vele malen groter is dan wat er in de open vlakte neer komt. In vochtige lucht of in regenwater lossen de zure stofdeeltjes op en tasten de huid van het blad aan. Vervolgens verliezen de huidmondjes, die de ademhaling van de boom of plant regelen, het vermogen zich te sluiten. Als het droog weer is kunnen ze niet meer dicht gaan en daarmee verhinderen dat de boom uitdroogt.

## Gevolgen voor de stam

Het zijn niet alleen de bladeren die onder de zure neerslag te leiden hebben. Het geconcentreerde zuur dat na een droge periode langs de stam naar beneden stroomt, tast deze aan waardoor barsten ontstaan. Schimmels en bacteriën krijgen hierdoor de gelegenheid de boom binnen te dringen. Omdat de binnenzijde van de bast het voedseltransport van de boom verzorgt, raakt ook deze functie verstoord.

## Gevolgen voor de wortels

In de bodem krijgen de wortels het moeilijk als allerlei voedingsstoffen uitspoelen. Wanneer schimmels, waar veel boomwortels voedingsstoffen mee uitwisselen in een verzuurde bodem niet meer kunnen leven, heeft dat ook voor de "partner"-boom negatieve gevolgen.
In dit artikel is vooral aandacht geschonken aan de invloed van zure neerslag op de levende natuur. Niet omdat alleen planten en dieren hiervan te lijden zouden hebben maar omdat wij als mensen deel uitmaken van die levende natuur. Als het slecht gaat met de planten, gaat het op den duur ook slecht met ons. Voor onze primaire levensbehoeften zijn wij namelijk afhankelijk van wat de natuur aan plantaardig voedsel voort brengt. Ook als we vlees eten consumeren we, weliswaar via een omweg, plantaardig voedsel.

## Schade aan onze cultuurgoederen

De schade die zure neerslag aanricht blijft zoals we weten niet beperkt tot de natuur. Onze fietsen, auto's, dakgoten en andere metalen voorwerpen roesten sneller dan voorheen het geval was en eeuwenoude bouwwerken moeten bijna doorlopend worden gerestaureerd. Wat geldt voor de buffercapaciteit van de bodem, gaat ook op voor kalkhoudende gebouwen. Het calcium in de kalksteen neutraliseert het zuur en de met dit materiaal gemaakte bouwwerken lossen dus langzaam maar zeker op.

## Een stapje terug voor de natuur

De schade die zure neerslag veroorzaakt is nauwelijks in geld uit te drukken. Naast de schade aan de natuur worden ook metalen, bouwmaterialen, verf, textiel, papier en wie weet wat nog meer door de zure neerslag aangetast. Los van het feit dat niet tijdig ingrijpen kan leiden tot onherstelbare schade, verdienen de investeringen in het terugdringen van de zure neerslag zich waarschijnlijk sneller terug dan we geneigd zijn te denken. Op wereldschaal is zure neerslag niet zo'n probleem als de aantasting van de ozonlaag en het broeikaseffect dat kunnen worden. Zure neerslag is een internationaal probleem waar voornamelijk de industrielanden mee te kampen hebben. De oplossing zal ook van deze industrielanden moeten komen.

## Oplossen, hoe?

Hoe moet je dergelijke problemen oplossen? Gewoon door bindende afspraken te maken over het stoppen met de vervuiling. Technisch zijn er weinig belemmeringen. We moeten er alleen nog van overtuigd worden dat investeringen in milieumaatregelen economisch verantwoorde investeringen zijn. Wie daaraan twijfelt moet onderstaande Indianenwijsheid, uitgesproken door Sioux opperhoofd "Kleine Wolf", maar eens tot zich door laten dringen.
"Als u de laatste rivier vervuild, de laatste boom geveld en de laatste vis gedood heeft, zeg mij dan, zult u al het geld op uw banken kunnen eten?"
Het heeft geen zin te denken "daar kan ik niets aan doen". Wij allen maken deel uit van de geïndustrialiseerde wereld. Die schoorstenen van de olie-raffinaderijen, de hoogovens en de elektriciteitscentrales roken omdat wij de produkten afnemen, die daar gemaakt worden. Door voor korte afstanden de fiets en voor langere afstanden wat vaker de trein te nemen, kunnen we een belangrijk deel van de uitworp van zwavel en vooral stikstofoxyden beperken. Een paar energie-zuinige lampen in huis scheelt al gauw een centrale en wat minder vaak vlees op tafel betekent tevens minder ammoniak in het milieu.

# Loodglansschimmel gaat Amerikaanse vogelkers te lijf

HENRI SCHLöTZ

**Toen onze bosbouwers in de eerste helft van deze eeuw de Amerikaanse vogelkers (prunus serotina) aanplantten, konden ze niet vermoeden dat ze deze soort ooit nog eens zouden moeten bestrijden. Het leek zo mooi. De Amerikaanse vogelkers zou als vulhout de strooisellaag in de naaldbossen gaan verbeteren, als brandsingel fungeren en de groei van heide in toom houden.**

Deze vogelkers doet echter zo zijn best dat onze inheemse struiken en kruiden overwoekerd dreigen te geraken. De struik, die al snel de naam "bospest" kreeg, voelt zich hier zo thuis dat volledige uitroeïng onmogelijk is. Vandaar dat geprobeerd wordt de explosieve verspreiding te beheersen door lokale bestrijding. Tot nu toe bleek mechanische bestrijding onvoldoende effectief en chemische bestrijding gevaarlijk voor de andere planten en de in de grond levende dieren. Biologische bestrijding leek tot voor kort te veel besmettingsgevaar in te houden voor in de omgeving voorkomende fruitbomen. Dit risico is door ir. Meindert de Jong in een promotie-onderzoek geanalyseerd. De hoofdconclusie van het onderzoek luidt dat de loodglansschimmel geen gevaar voor de fruitbomen oplevert wanneer de afstand tussen de behandelde vogelkers en de boomgaarden meer dan 500 meter bedraagt.

Bij chemische bestrijding wordt de vogelkers tot vlak boven de grond afgezaagd. De zaagvlakken worden vervolgens met een herbicide ingesmeerd. Dit moet heel omzichtig gebeuren teneinde te voorkomen dat het gif op plaatsen terecht komt waar het niet hoort. Al met al een niet ongevaarlijk en arbeidsintensief karwei.

## Wondparasiet

Sinds 1980 wordt er bij het Wageningse C.A.B.O. (centrum voor agrobiologisch onderzoek) gewerkt aan biologische bestrijding van de vogelkers. De onderzoekers hadden ontdekt dat de loodglansschimmel (chondrostereum pupureum) in staat is de Amerikaanse vogelkers effectief te bestrijden. Evenals bij behandeling met herbiciden moet de schimmel op wondvlakken worden aangebracht. Rigoureus afzagen hoeft evenwel niet. Een paar kneusingen en beschadigingen zijn al voldoende om de als een wondparasiet levende schimmel zijn werk te laten doen. De schimmel gebruikt de wonden als invalspoort. Van buiten af groeit de schimmel in het hout. Doordat de houtvaten verstopt raken wordt de sapstroom vanuit de wortels onderbroken en uiteindelijk zal de struik afsterven. Een behandeling met de loodglansschimmel blijkt in 90% van de gevallen tot de dood van de Amerikaanse



Sleedoorn met loodglans na enting van het hout met loodglansschimmel. Foto M.D. de Jong.

Vogelkers: in geen enkel bos kun je er meer omheen, het is letterlijk overal. Foto ACS.



vogelkers te leiden; een vergelijkbaar resultaat als na behandeling met chemische middelen.
In de herfst die volgt op het aanbrengen van de schimmel vormen zich rond het wondvlak kleine paarse paddestoelen, die sporen gaan vormen. Deze worden door de wind verspreid en kunnen in de wonden van andere bomen terechtkomen. Vooral fruitbomen lopen kans geïnfecteerd te worden omdat ze vaak in die periode gesnoeid worden.

### Halve kilometer

De Jong toont in zijn proefschrift aan dat dit gevaar verwaarloosbaar klein is, wanneer de afstand tussen de geïnfecteerde vogelkers en de fruitbomen groter is dan de genoemde halve kilometer. Voorbij die afstand is de concentratie sporen in de lucht klein in vergelijking met de reeds van nature aanwezige sporen. Er zijn in Nederland maar weinig plaatsen waar bossen met Amerikaanse vogelkers en fruitteeltgebieden naast elkaar voorkomen.
Ook het gevaar voor loofbomen in de directe omgeving valt volgens de Jong mee. Beuken, eiken en populieren zijn niet vatbaar voor de loodglansschimmel. Proeven met inlandse vogelkers, sleedoorn en boskriek (zoete kers) hebben uitgewezen dat moedwillig geïnfecteerden weliswaar ziek werden, maar zich na twee jaren weer spontaan van de schimmelaantasting hadden hersteld.
Inmiddels heeft de Plantenziektekundige Dienst de belangrijkste conclusies uit het onderzoek van de Jong officieel bevestigd en is een Nederlands bedrijf van plan de schimmel binnenkort op de markt te brengen. ■

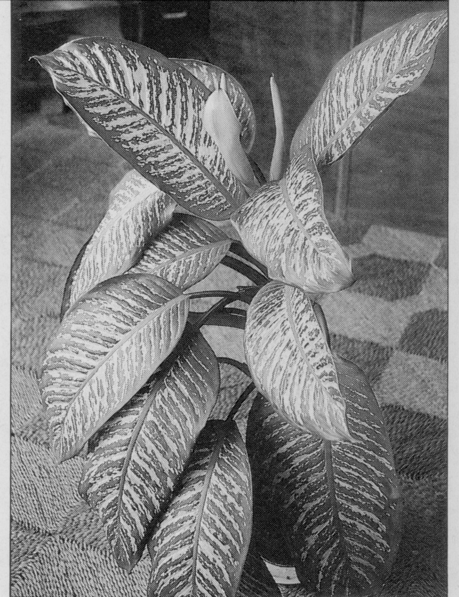
# Gif of geneesmiddel?

**De dieffenbachia, de gatenplant en de cyclaam bevatten giftige stoffen. Ook planten uit de tuin kunnen soms vergiftigingen veroorzaken. Zo zijn de vruchten van de gouden regen erg giftig. Het eten van een paar vruchten van deze plant kan dodelijk zijn. Per jaar komen slechts enkele mensen om door giftige planten, zo'n groot gevaar vormen ze dus niet. Bij sommige planten vinden we zelfs baat.**

Giftige planten hebben in het verleden een grote rol gespeeld in het leven van de mens. In de middeleeuwen werden heksen verbrand omdat ze op bezems langs de hemel zouden vliegen. Het blijkt dat deze vrouwen bezemstelen insmeerden met sap van de nachtschade. Dit sap bevat atropine en scopolamine; als deze stoffen in het lichaam terechtkomen, bijvoorbeeld via slijmvlies, veroorzaken ze hallucinaties en extase-gevoelens, verschijnselen die ook door drugs worden veroorzaakt. Geen wonder dat men dacht dat heksen bezeten waren.
Niet alleen heksen gebruikten het sap van de nachtschade. Rijke vrouwen smeerden zich in met sap van de Belladonna, ook een nachtschadeplant. Het atropine in het sap vergrootte de pupil van het oog, de vrouwen zagen er daardoor aantrekkelijker uit. Belladonna betekent niet ten onrechte mooie vrouw. Als een oogarts in het oog wil kijken, druppelt hij eerst met atropine. De oude "toverkunst" wordt nog steeds toegepast.
De aardappel, tomaat, paprika en de tabaksplant horen ook tot de familie van de nachtschade. De groene delen van deze planten zijn giftig, behalve de rijpe, groene paprika.

### Straf van God...

Moederkoorn is de naam van een schimmel in koren. De schimmel groeit onopvallend in de aren, vooral als het koren lange tijd nat is geweest. Boeren spreken van "brand" in het koren. Het eten van brood dat met besmet graan is gebakken heeft de ziekte van Sint Anthonis tot gevolg. Een ziekte die lijkt op epilepsie en die met hallucinaties gepaard gaat. Niemand kende indertijd de oorzaak van deze ziekte en hele gebieden werden ontvolkt. Men dacht dat het een straf van God was. Als de ziekte optrad, deelde de kerk wit - niet besmet - brood uit, waardoor de ziekte verdween. De kerk leek almachtig en het "bewijs" van de straf van God was geleverd.
De stof die deze ziekte veroorzaakte blijkt ergotamine te zijn. In kleine hoeveelheden wordt het nu bij de bestrijding van migraine gebruikt. Ergotamine veroorzaakt een vernauwing van de bloedvaten. Moederkoorn wordt speciaal gekweekt om dit geneesmiddel te krijgen.
Het aantal geneesmiddelen uit planten is heel groot. Scheikundigen en biologen lezen oude volksverhalen om de juiste stoffen op te sporen. Door de overlevering goed te bestuderen kunnen ze gemakkelijker een keuze maken uit de duizenden planten. Bron: Chemiesnippers ■


De dieffenbachia: heldere druppels hangen dikwijls aan de bladertoppen, die nogal ongezond voor de mens zijn. Foto Andries Sabelis.

## Aanplant snelgroeiende bomen

De vraag naar hout, voor de fabricage van krantepapier en papier voor emballage, blijft nog steeds toenemen. De regering stelt grondeigenaren tot 1992 een bijdrage van f. 3000,- in het vooruitzicht als zij hun land met snelgroeiende bomen beplanten. Onder deze regeling vallen gebieden die met wilg, populier, fijnspar, sitcaspar, corsicaanse den of douglas worden beplant. Populieren en wilgen mogen na 15 jaar worden gekapt en de overige boomsoorten na 25 jaar. Er zijn echter uitzonderingen op deze regel mogelijk.
In ons land omvatten de boscomplexen, die groter zijn dan een halve hectare, samen 31 miljoen kubieke meter hout. De beplantingen van wegen en afscheidingen nemen nog eens 8 miljoen voor hun rekening. In de bossen bestaat ruim 12 miljoen kubieke meter uit loofhout, zoals eik, beuk, berk en populier. Het resterende deel wordt ingenomen door naaldbomen zoals grove den, lariks, douglas en sparresoorten. De gemiddelde jaarlijkse bijgroei is ruim 1,4 kubieke meter per hectare. In produktiebossen die volledig kaal worden gekapt bedraagt de bijgroei bijna 5 kubieke meter per jaar. ■

# Wat je niet ziet: bestaat niet?

GODELIEF NIEUWENDIJK

**Wat je niet ziet bestaat niet! Zo was jarenlang de gedachtengang in Nederland. Afvalstoffen, reststoffen, lekkage, zand erover en wat je niet ziet bestaat dus niet.**

De gevolgen kennen we inmiddels: gigantische hoeveelheden verontreinigde grond in woonwijken, op bouw- en industrieterreinen, op oude stortplaatsen, onder parken, of zomaar ergens in de vrije natuur. Nog steeds komen er nieuwe verdachte lokaties aan het licht.

De inventarisatie die in 1981, na de ontdekking van de eerste gifwijk werd gemaakt, klopt al lang niet meer. De schattingen van toen, ongeveer 4000 mogelijk verontreinigde terreinen, zijn opgelopen tot een veelvoud daarvan, zeker als men de in gebruik zijnde fabrieksterreinen meerekent, al blijft het gokken. Zelfs de nieuwe "schone" provincie Flevoland heeft zijn eerste saneringen al achter de rug.

Er is sprake van verontreiniging van de bodem als er schadelijke stoffen in zo'n grote hoeveelheid voorkomen dat ze één of meer bodemfuncties of de gezondheid van mens en dier (dreigen te) verstoren. Bodemfuncties zijn bijvoorbeeld: het bieden van een basis voor wonen, werken, spelen, recreëren en een voedingsbodem voor het verbouwen van (voedsel)gewassen. Bovendien maakt de bodem deel uit van een kringloop met water en lucht en worden in de bodem allerlei biologische processen in stand gehouden. Indirect heeft de bodem betekenis voor en invloed op het klimaat en de waterhuishouding. Bodemverontreiniging kan trouwens nooit los worden gezien van wat men noemt de andere milieucompartimenten lucht en water. Via de bodem komen verontreinigingen immers terecht in de waterkringloop en bij uitdampen in de lucht, terwijl ook stoffen uit de lucht op de bodem neerslaan.

## Mensenwerk

Het probleem is ontstaan door slordigheid, onwetendheid, nalatigheid en vooral doordat er talloze nieuwe chemische stoffen zijn uitgevonden die wel op bruikbaarheid voor de industrie, maar niet op schadelijkheid voor mens en milieu en afbreekbaarheid zijn getest. De oudst bekende bodemverontreinigingen dateren trouwens al uit de tijd van vóór de Romeinen en werden veroorzaakt door afval van de Schotse loodmijnen.

Soms zitten er van nature stoffen in de grond die in grote concentraties giftig zijn; in het Geuldal in Zuid-Limburg is een natuurlijke verhoogde concentratie zink aangetoond en een flora van specifieke zinkbestendige soorten te vinden. Meestal is bodemverontreiniging mensenwerk en dus moet de mens de troep ook maar weer opruimen.

## Duur en niet eenvoudig

De afgelopen jaren zijn er in hoog tempo allerlei saneringsmethoden ontwikkeld die nog niet allemaal voldoende hun betrouwbaarheid hebben bewezen. Bovendien is lang niet iedere methode geschikt voor iedere soort verontreiniging en voor elk type grond.

Alleen al het nemen van monsters en de analyse daarvan vereist speciale deskundigheid en apparatuur. Het ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu is nog bezig richtlijnen op dit gebied vast te stellen.

## Methoden

De volgende methoden voor bodemsanering zijn momenteel gangbaar.

Beheersen, dat wil zeggen de verontreiniging ter plekke of elders na afgraving isoleren, immobiliseren of neutraliseren, zodat hij geen kwaad meer kan en vervolgens permanent controleren. Soms spreekt men over de IBC-methode: isoleren, beheersen, controleren.

Biologische methoden maken gebruik van micro-organismen (bacteriën) die allerlei organische verbindingen kunnen afbreken, bijvoorbeeld: land- of sludgefarming, biodegradatie, biorestauratie, Cumbac. Dit gebeurt op een soort akkers of in tijdelijke "kassen". Door de omstandigheden te manipuleren, kan het proces versneld worden, bijvoorbeeld door toevoeging van stikstof en/of fosfor, omploegen, beluchten, temperatuuraanpassing, etc. Dit is een zeer vriendelijke, niet dure, maar langzame methode die geschikt is voor bijvoorbeeld aardolieprodukten, polycyclische aromaten, benzeen, tolueen, xyleen en dergelijke. Onderzoek op dit gebied spitst zich toe op een procesmatige beheersing van de methode, zodat het mogelijk wordt prognoses te maken.

Thermische processen als uitgloeien, uitdampen, "verbranden" in een verbrandingsoven of met een wervelbedinstallatie, kunnen verontreinigingen zeer grondig verwijderen. Het is echter een energievretende, dus dure methode.

Extractietechnieken als spoelen, schuimscheiding, UV-oxydatie of luchtonttrekking, worden gebruikt om de verontreiniging los te wassen van de grond. Daarna wordt de schadelijke stof uit het extractiemiddel gehaald (dat opnieuw gebruikt kan worden) en in geconcentreerde vorm afgevoerd. Zo kunnen zandgronden ontdaan worden van onder meer zware metalen, olieprodukten, cyaniden, pak's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen), enzovoort.

Stoomstrippen is van de olie-industrie afgekeken: met behulp van onderdruk en natte of droge stoom wordt de verontreiniging uit de grond "gedampt". De vuile damp kan daarna op dezelfde manier als afvalwater gezuiverd worden. Deze methode is vooral geschikt voor verdampbare stoffen. Het is nog niet duidelijk of dit wel een betrouwbare methode is.

Voor de verwijdering van zware metalen uit kleigrond zijn nog geen technieken beschikbaar. Voor vervuilde grond waar nu nog geen, maar naar verwachting binnen tien jaar wel reinigingstechnieken beschikbaar zijn, worden verspreid door het land speciale TOP's (Tijdelijke Opslag Plaatsen) ingericht. De zogeheten DOP's (Definitieve Opslag Plaatsen) zijn bedoeld voor de opslag van vuile grond (of laatste saneringsrestjes) waar niets mee te beginnen is.

Het spreekt vanzelf dat dit soort stortplaatsen uiterst deskundig en zorgvuldig moeten worden aangelegd. Bovendien is constant controle nodig opdat verdere schade wordt voorkomen. In de toekomst wil de overheid het storten van gifgrond zoveel mogelijk beperken, zowel in Nederland als in het buitenland.

## Resultaat

Bij de keuze van een saneringsmethode spelen veel factoren een rol. Behalve de soort verontreiniging en het bodemtype is van belang, waar (onder een woonwijk, fabriek, weg), hoe diep en hoe wijd verspreid de verontreiniging is en hoe de ligging en verbinding ten opzichte van



grond- en oppervlaktewater is. Bovendien speelt mee hoeveel geld en tijd er beschikbaar is en welk resultaat men wil bereiken.
Volgens de Wet Bodemsanering moet gesaneerde grond weer multifunctioneel zijn, dat wil zeggen volkomen schoon en voor alle functies en bestemmingen bruikbaar. De eigenaar moet daar voor zorgen. Doet hij dit niet dan kan de overheid op zijn kosten maatregelen nemen. Soms is multifunctionaliteit technisch gezien moeilijk te realiseren (bijvoorbeeld in oude binnensteden) en soms wordt de zin ervan in twijfel getrokken. Vooral het bedrijfsleven tekent protest aan, omdat veel vervuilde en meestal nog in gebruik zijnde bedrijfsterreinen in speciaal daarvoor bestemde industriegebieden liggen. In de praktijk wordt momenteel per geval onderhandeld over de "gewenste bodemconditie".
Het komt ook voor, met name in woonwijken, dat grond gesaneerd wordt, waar dat strikt genomen niet noodzakelijk zou zijn. Psychosociale aspecten wegen echter minstens zo zwaar als materiële. Als de bewoners zich niet happy voelen op stinkende (maar niet giftige) grond, dan moet daar toch iets aan gedaan worden.
Meer en meer gaat men er toe over om vervuilde grond in eerste instantie te isoleren, door bijvoorbeeld de grondwaterstand te verlagen, wanden aan te brengen en een leeflaag van ondermeer schone aarde op de vervuilde grond te storten, met de bedoeling om langzaamaan de boel ter plekke te saneren, zonder af te graven.
Dit lijkt een goedkope manier, maar meestal valt niet te overzien hoe hoog de kosten (en na hoeveel tijd?) van het controleren uiteindelijk zullen zijn. Bovendien is weinig bekend over de eisen waaraan kunststoffen of betonnen wanden en bodems moeten en kunnen voldoen.
De financiële kant van bodemsanering vertoont nog steeds een onoverzichtelijk beeld. Het heeft weinig zin om getallen te noemen, omdat er steeds nieuwe gegevens boven tafel komen.
Het schoonmaken van Nederland - als dat al mogelijk is - zal in ieder geval tientallen miljarden guldens gaan kosten. Zelfs de meest kleinschalige gevallen lopen al in de tienduizenden guldens. Relatief "positief" is dat de kans op verrassingen langzamerhand wat kleiner wordt. Ieder terrein, dat van eigenaar of bestemming verandert, wordt begeleid door gegevens over de kwaliteit van de bodem. Sommige provincies zijn bezig met het inventariseren van mogelijk vervuilde terreinen aan de hand van geschiedkundige analyses van produktieprocessen en dergelijke. Als bekend is waar welke stoffen in welke hoeveelheden in de grond zitten, kan men prioriteiten stellen en de sanering systematisch en efficient aanpakken.
Op dit moment verkeren zowel de steeds strengere milieuwetgeving als de technische mogelijkheden voor bodemsanering in een overgangsfase. Wachten op betere tijden heeft geen zin. Alleen al om verslechtering van de situatie te voorkomen is het noodzakelijk de saneringsproblematiek volledig in kaart te brengen en een passende strategie te ontwikkelen.
De medaille heeft nog een keerzijde: het oplossen van milieuproblemen levert enorm veel werkgelegenheid en zelfs exportmogelijkheden op. Binnen een paar jaar is het aantal ingenieurs/adviesbureau's die dit terrein bestrijken toegenomen tot ongeveer 5000, met een omzet van ruim vier miljard gulden per jaar. Zeker vier honderd bedrijven met samen elf duizend werknemers zijn actief op de milieumarkt.
Samen met de Verenigde Staten en West-Duitsland loopt Nederland voorop wat betreft milieudeskundigheid en milieutechniek. Het image van "schoon landje" krijgt zo een nieuwe dimensie.

---

## BOEKBESPREKING

### Pioniers der wetenschappen II

L. Beek heeft zijn portrettengalerij van Nederlandse wetenschappers voortgezet en nu is dan deel II verschenen. De inhoud? Onderzoekers en wetenschappers die in hun roem niet zo hoog gestegen zijn als Simon Stevin, Huygens, Kamerlingh Onnes of Lorentz. Er zijn in het verleden genoeg Nederlandse wetenschappers geweest met klinkende namen. We zouden haast vergeten dat vlak achter of naast hen veel anderen hebben gewerkt: mensen als Drebbels, Metius, Keesom of Holst. Beek heeft er 18 uitgekozen. Op welke gronden? Wie het boek leest, merkt dat ze allemaal op de één of andere manier recht hebben op de titel "pioniers der wetenschappen". Het geeft een prima inzicht in het leven van onderzoekers èn een overzicht van de ontwikkeling van de wetenschap tussen 1572 en 1952.
Natuurwetenschap is door de eeuwen heen op heel verschillende manieren beoefend en gewaardeerd. Zo blijkt uit Beeks boek duidelijk dat wetenschappers zo'n vierhonderd jaar geleden veel meer all-round bezig waren dan rond 1900. Verrassend is dat niet, maar in Beeks boek komt het heel concreet naar voren in de beschrijvingen van de carrières van de wetenschappers.
Vanzelfsprekend behandelt Beek niet alleen de carrières maar ook de wetenschappelijke activiteiten van de beschrevenen. In dat opzicht is het boek zeker ook interessant voor de ingewijden in de wetenschappelijke wereld. Er valt immers van alles te lezen over wetenschappers uit het verleden die niet tot de eigen discipline behoorden. Beek had wel ietsje meer terminologie- en begripsverklaring mogen geven. Onbegrijpelijk is het boek desondanks niet. De heldere schrijfstijl van de auteur helpt de lezer een eind op weg. Bovendien heeft hij goed door hoe diep hij op de onderwerpen in kan gaan.
De onderzoekers en wetenschappers die in Pioniers der Wetenschappen II de revue passeren zijn niet zo beroemd geworden als hun collega's die in deel I aan bod kwamen. Hoe komt dàt? Beek zoekt de oorzaak in ondergeschikte persoonlijke of maatschappelijke oorzaken. Al met al blijft het grote geheim van het "succes" in maatschappelijke zin onopgehelderd. Het was trouwens ook niet de bedoeling van dit voortreffelijke boek om dat geheim te ontsluieren. ■

KAJ ELHORST

# Sulfiet: wees er voorzichtig mee!

HANS SCHOUTEN

**Astmapatiënten kunnen levensmiddelen die sulfiet bevatten beter vermijden. Sulfiet is een veel gebruikt conserveringsmiddel. In elk potje of fles waar E 220 tot en met E 227 op staat is het aanwezig. Sulfiet gaat bacteriegroei tegen en voorkomt voortijdig bederf. Met name aan wijn wordt het veel toegevoegd. Een deel van het sulfiet komt tijdens het eten en drinken als zwaveldioxidegas in de mond vrij. Het gaat maar om heel kleine hoeveelheden, maar genoeg om astmatici benauwde ogenblikken te bezorgen. Het zwaveldioxidegas lost niet goed op in warme vloeistoffen. Snel doorslikken en niet te lang proeven van wijn met sulfiet kan een astma-aanval voorkomen. (New Scientist 19 mei 1988)**

Voedsel dat wij tot ons nemen heeft de eigenschap om doorgaans snel te bederven bij bewaren, vooral als er geen maatregelen worden genomen om dit bederf te voorkomen. Zouden we het verschijnsel van voedselbederf afdoende kunnen bestrijden, dan zou er meer dan voldoende voedsel op Aarde zijn én zouden de hongersnoden afdoende kunnen worden opgelost. Thans wordt ongeveer de helft van de wereldvoedselvoorraad jaarlijks door bederf en aantasting door insekten onbruikbaar gemaakt voor de mens!

## Conserveringsmethoden

In de loop van zijn bestaan heeft de mens al of niet bij toeval diverse methoden ontdekt en ontwikkeld om voedselbederf tegen te gaan. Eén van de oudste methoden is het drogen van bijvoorbeeld vruchten en het zouten van vlees. Later leerde men dat door verhitting voedsel ook langer kon worden bewaard. In onze eeuw hebben we geleerd dat door sterilisatie, verhitting onder stoomdruk, voedsel zelfs vrijwel onbeperkt houdbaar kan worden gemaakt. Helaas kan dit lang niet bij alle voedingsmiddelen worden toegepast. Wijn, vruchtensappen en diverse vleesprodukten verliezen door warmtesterilisatie veel, zo niet alle kenmerkende smaakeigenschappen. Door verwarming verdwijnt bijvoorbeeld de alcohol uit de wijn. Hier moeten we onze toevlucht nemen tot het toevoegen van chemische stoffen, die de groei van micro-organismen tegengaan zonder de consument te schaden. Diverse stoffen van dit soort, conserveringsmiddelen genoemd, worden heden ten dage toegepast in bijna al onze voedingswaren.

Een veel gebruikte stof is kaliummetabisulfiet of kortweg sulfiet genoemd. Vooral in de wijnindustrie wordt deze stof veel gebruikt, helaas soms wel eens een beetje al te veel. Berucht zijn de laatste jaren de zogenaamde kater- of hoofdpijnwijnen. Het te hoge gehalte aan sulfiet is daar de veroorzaker van en niet de foezeloliën die als nevenprodukt van de gist geproduceerd zouden worden.

## Waarom sulfiet in de wijn?

Om de vergisting van het druivensap of most goed te kunnen laten verlopen is het nodig dat alle vaten en apparatuur waarin en waarmee de wijn wordt gegist steriel zijn. Sterilisatie met stoom onder druk zou veel te kostbaar zijn en bovendien niet mogelijk bij de nog steeds in gebruik zijnde houten gistingsvaten.

In vroeger tijden, de middeleeuwen, steriliseerde men deze vaten door er een paar brokken brandende zwavel in te werpen. Het vrijkomende verbrandingsprodukt, sulfiet of zwaveldioxide, drong in elk hoekje van het vat door en steriliseerde het op deze wijze. Dezelfde methode werd bij de lege flessen toegepast.

Tegenwoordig beschikken we over de zwavelverbinding kaliummetabisulfiet, die ook zwaveldioxyde afgeeft. Kaliummetabisulfiet is heel goed in water oplosbaar zodat we met een twee procentige oplossing ervan de gistingsvaten en alle andere apparatuur kunnen spoelen en op deze wijze steriliseren.

Helaas komt het nogal eens voor dat men de reinheid bij een wijnkelder niet goed in de hand houdt. De wijn krijgt dan last van nabesmetting met bacteriën of wilde gistsoorten, waardoor ze zou kunnen bederven. Om dit te voorkomen voegen verschillende wijnboeren extra sulfiet toe aan de wijn. Vooral bij de steeds grootschaliger werkende Franse wijnkelders neemt men het niet zo nauw met de hoeveelheid de sulfiet.

Bij het gebruik van te veel sulfiet krijgt men last van hoofdpijn en diarree, kortom een katerig gevoel. Behalve bij wijn kan men zo'n kater ook oplopen na het eten van vlees dat ook nog wel eens een sulfietbadje krijgt, weliswaar om bederf door bacteriën te voorkomen en de consument te beschermen tegen schadelijke bacteriën,

maar een fikse kater is ook niet zo leuk. Veel vervelender is sulfiet voor patiënten die astmatisch zijn of aan de een of andere ademhalingsziekte lijden. Het in eerste instantie onschuldige kaliummetabisulfiet ontleedt zich in het al een beetje zurige milieu in de mond en zeer sterk zure milieu van maag en darmen. Het ontledingsprodukt zwaveldioxyde prikkelt in sterke mate de slijmvliezen van de ademhalingswegen, zeker bij astmatische patiënten. Zij doen er verstandig aan om goed op te letten bij wat zij eten en drinken. De zogenaamde E-nummers kunnen hier behulpzaam zijn. Overal waar een stof in zit met de nummers E 220 tot en met E 227 zit sulfiet in. Helaas worden deze E-nummers nog lang niet op elk produkt vermeld, maar in de toekomst zal dat zeker wel het geval zijn.

### Sulfiet weglaten of vervangen

In elk geval voor wijn is dit zonder meer mogelijk. Alcohol heeft bij percentages van meer dan 5% al een groeiremmende werking op vele micro-organismen. Goede wijn, die 12 tot 17% alcohol bevat, kan dan ook alleen maar worden gegist met speciale wijngistrassen. Het bakkersgist is daarvoor minder geschikt. Van nature is wijn dus door de aanwezige alcohol goed geconserveerd.
De flessen waarin ze is gebotteld zullen echter wel goed schoongemaakt en gesteriliseerd dienen te worden. Met een gedegen stoombehandeling is dit heel goed mogelijk. Om die gedegenheid te omzeilen of achterwege te laten maakt men wel eens gebruik van sulfiet, waarbij de hand van de fabrikant of wijnboer wel eens al te scheutig is.
Ik ken echter diverse amateurwijnboertjes die hun flessen met sulfiet steriliseren maar nooit een aantoonbare hoeveelheid sulfiet in hun produkten hebben. Zij spoelen hun flessen na sterilisatie goed om met water dat arm is aan micro-organismen (bijvoorbeeld gekookt water). Een stuk gedegenheid dat om de produktiekosten zo laag mogelijk te houden wel eens wordt vergeten.
Naar wij hopen zal de Europese Warenwetgeving hier wat aan verbeteren. ■

## Eigenschappen van sulfiet S02

(gegevens volgens Praxis der Sterilisation van Prof.Dr. Karl Heinz Wallhauser)

Anti-microbe werking:
Bij een lage pH sterker dan bij een hoge pH;
voor niet sporevormende bacteriën 50 - 200 mg/liter
voor schimmels en wilde gisten 100 - 400 mg/liter

Onmiddellijke giftigheid bij consumptie:
bij ratten 1000 - 2000 mg/kg gewicht
bij konijnen 600 - 700 mg/kg gewicht

Giftigheid op middellange termijn:
0,6% aan de voeding toegevoegd geeft bij ratten vitaminegebrek en diarree.

Giftigheid op lange termijn:
0,5 - 2% toegevoegd aan de voeding gedurende een jaar geeft storingen aan het zenuwstelsel bij ratten.
0,25% geeft geen meetbare effecten.
0,1 - 0,12% aan het drinkwater toegevoegd geeft lichte diarree.

Giftigheid bij de mens:
Zeer uiteenlopend; de ène mens verdraagt doses van 4 gram sulfiet (50 mg/kg lichaamsgewicht). Anderen hebben al last van diarree en hoofdpijn bij zeer geringe hoeveelheden.

Kankerverwekkende eigenschappen:
Deze zijn bij sulfiet niet waargenomen.

Conservering:
Om eetwaren er blijvend vers te laten uitzien:
0,2% volgens de EG-norm.

Sterilisatie:
Oplossingen van 1-2% worden gebruikt voor desinfectie van vele levensmiddelen, vooral bij wijn.

# De kwetsbare levenscyc

**Paling is een vis die het trekgedrag van een diepzeevis èn van een (bijna) landdier vertoont. Dit maakt hem erg kwetsbaar. De auteur promoveerde vorig jaar op een studie die hij van de paling heeft gemaakt. Hij gaat hier in op de levenscyclus van de paling. Er is alle reden voor bezorgdheid over het lot van deze bijzondere vissoort.**



In 1856 viste iemand een dier uit de Middellandse Zee op dat onder de naam Leptocephalus brevirostris werd beschreven. Veertig jaar later werd pas ontdekt dat dit het larvestadium was van de paling die al voorzien was van de Latijnse naam Anquilla anquilla. Het duurde nog ruim 20 jaar (tot 1923) voordat de Deen Johannes Schmidt het verhaal over de paling in één aannemelijke theorie over de levenscyclus opstelde.

## Naamsverwarring: aal of paling?

Eerst nog iets meer over de naamsverwarring: beroepsvissers en visserijdeskundigen spreken meestal over aal. Daarmee bedoelen ze een bruinzwart tot bronsgroen gekleurde, slangachtige vis met een vuilgele tot grijze buik. Deze vis komt in ons land in tal van wateren voor, voornamelijk in zoet, maar ook in brak en zelfs zout water zoals de Grevelingen. De paling wordt ook wel "rode aal" genoemd. De term paling wordt in sommige streken van het land gereserveerd voor de vis nadat deze weer van gedaante is veranderd. "Paling" is veel vetter, de huid is dikker en het dier is van boven bijna zwart en van onder zilverwit. Beroepsvissers noemen hem dan ook "blinker" of "schieraal". Paling is de officiële Nederlandse soortnaam.

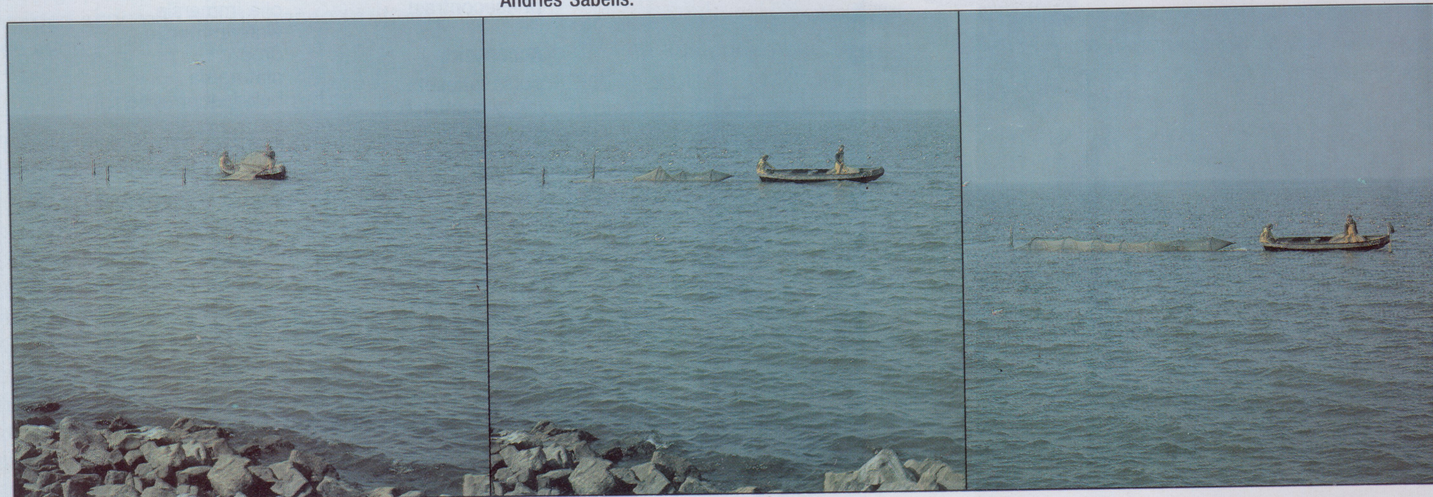
De Deen Johannes Schmidt heeft van het onderzoek aan de paling en zijn verwanten in Amerika en Azië, zijn levenswerk gemaakt. Dit begon toen Schmidt in 1905 op grote diepte (1000 meter) in de Atlantische Oceaan jonge stadia van de leptocephaluslarven ving. Tussen 1906 en 1930 zette hij zijn onderzoekingen voort en verscheen er een groot aantal artikelen over dit dier. In 1922 kreeg de theorie over de ligging van paaiplaatsen in de Sargassozee pas zijn definitieve vorm. Hoewel er het nodige op aan te merken is, geldt de theorie in grote lijnen nog steeds: de paling zwemt als volwassen vis naar de Sargassozee, paait daar en zijn nageslacht zwemt weer terug naar Europa.

## Met de Golfstroom mee

De meest voor de hand liggende kritische vraag is: kan de larve vanuit de oceaan het kustgebied van Europa en Noord-Afrika vinden? Een afstand van 5000 tot 7000 kilometer! De volgende vraag is dan: hoe kan een volwassen vis de Sargassozee weer terug vinden en hoe kan hij/zij dan in een zeer diep zeegebied van 2000 kilometer lengte en 1000 kilometer breedte een partner vinden?

Het antwoord op de eerste vraag luidt: "zeer waarschijnlijk ja". De palinglarven

**Een palingfuik wordt uitgezet. Nadat de fuik overboord is gezet, bevestigt men het eind aan een paal waarna de sloep de fuik in zijn volle lengte uittrekt en het andere eind aan de tweede paal vastmaakt. Foto's Andries Sabelis.**



# lus van de paling

H.DE NIE

kunnen niet erg snel zwemmen, dus laten ze zich grotendeels meevoeren door golfstromingen. De Amerikaan McCleave en zijn medewerkers hebben een uitgebreid computermodel gemaakt van de golfstromen in de bovenste paar honderd meter van de Atlantische Oceaan. Hieruit blijkt dat het mogelijk is dat de larven worden meegevoerd naar Europa. Ook bleek dat enorme hoeveelheden in de verkeerde stromingen terecht komen en nooit als

Terwijl zijn collega's de fuik uitzetten, rookt de schipper op zijn gemak een pijp in de kajuit van het "moederschip". Foto Andries Sabelis.



glasaal onze (of andere) kusten bereiken. Als de larven wat groter zijn, zwemmen ze zelf een bepaalde richting op. In elk geval hebben ze een eigen beweging in verticale richting, want overdag bevinden ze zich tot op een diepte van 550 meter, 's nachts tussen 30 en 120 meter. Zeestromingen verschillen op diverse diepten van richting. Door beweging in verticale richting kunnen de larven zich in een gunstige zeestroom manoeuvreren.

### Onderzoek met zenders

Dan het antwoord op de tweede vraag. Hoe bereikt de paling zijn paaigebied weer. Het is al lang bekend dat de dieren van augustus tot november naar zee trekken. Dit was altijd al een prachtige gelegenheid om vette paling te vangen in wateren die uitmonden in zee. Onze voorouders uit de Nieuwe Steentijd wisten dit al, want bij Rotterdam vonden archeologen een 6300 jaar oude fuik en graatresten van paling. De Nederlandse palingvisserij met fuiken kan zich dus beroemen op een zeer lange traditie.

In de zeventiger jaren onderzocht de Duitse visserijdeskundige Dr. Friedrich-Wilhelm Tesch het trekgedrag van de schieraal. Bij grotere palingen (een wijfje schieraal is ongeveer tussen 50 centimeter tot meer dan een meter lang, mannetjes blijven onder de 45 centimeter) werd operatief een ongeveer 7 centimeter groot zendertje in de buikholte geplaatst. Dit apparaatje gaf een ultrasoon (25-80 kHz) signaal dat drie dagen aanhield. Dankzij een druksensor was de pulsfrequentie afhankelijk van de diepte waarop de vis zwom. Het ultrasone signaal gaf dus informatie over de plaats en diepte van de paling. Dit signaal kon binnen een straal van 0,5 kilometer op een speciaal uitgeruste volgboot worden ontvangen. Op deze manier uitgeruste schieralen zijn losgelaten in de Duitse Bocht bij Helgoland en op de rand van het continentaal plat in de Golf van Biskaje.

Het bleek dat de palingen in de Duitse Bocht met een snelheid van 40-50 kilometer per dag in noordwestelijke richting trokken. Ze volgden dus niet de weg door het Kanaal richting Atlantische Oceaan. Dit zou als volgt kunnen worden verklaard: de genetisch vastgelegde trekroute dateert van (ver?) voor de tijd dat de verbinding tussen Engeland en het vaste land werd verbroken. Dit gebeurde pas na het eind van de laatste ijstijd, ongeveer 10.000 jaar geleden. Daarom trekt de paling om Schotland heen naar de Atlantische Oceaan. In de Golf van Biskaje trokken de palingen in westelijke richting.

De paling weet dus op zee de goede richting te vinden en op zijn minst een paar dagen vol te houden. Tesch neemt op grond van eigen experimenten aan, dat de volwassen paling zich kan oriënteren op het aardmagnetisch veld. Als we aannemen dat de palingen de ingeslagen richting met de waargenomen snelheid kunnen volhouden, dan is het inderdaad mogelijk dat ze in maart de Sargassozee bereiken.



Het schoonspuiten van de netten.Foto Andries Sabelis.



Huiswaarts.

### Zonder voedsel

Deskundigen hebben uitgerekend dat de paling dankzij zijn enorme vetvoorraad deze reis zonder onderweg te eten kan maken. Een eigenaardigheid van schieraal is, dat het darmkanaal degenereert en dat het dier ophoudt met eten tijdens de trek, net als de zalm. Zalmen doen echter het omgekeerde, zij eten zich drie jaar vol in zee en trekken dan zonder te eten stroomopwaarts de rivieren op. De paling vreet zich vol in het zoete water en doet daar 5 tot 12 jaar over. De mannetjes trekken eerder weg dan de wijfjes.

Over de paaidiepte bestaan alleen maar indirecte aanwijzingen. De Sargassozee is meer dan 2000 meter diep, in de buurt liggen diepzeebekkens tot 6000 meter, de temperatuur is daar het hele jaar door ongeveer 5° Celsius. Schmidt ving in 1905 palinglarven op 4000 meter diepte. In sommige populaire beschouwingen over de paling staat dan ook weleens dat de paling zou paaien op de diepzeebodem. Dit is niet juist, het is daar te koud voor een vlotte ontwikkeling. Op veel geringere diepte zijn jonge larvestadia gevonden. Verder weten we tegenwoordig hoe de

Verder weten we tegenwoordig hoe de eieren van paling er uit zien. Door palingen in gevangenschap met hormonen te behandelen heeft men ze "aan de leg" gekregen en de eitjes kunnen onderzoeken. Deze eieren zijn zo samengesteld, dat ze blijven drijven op een diepte tussen 60 en 160 meter. Dit is dezelfde diepte als waarop de jongste larven zijn gevonden. De watertemperatuur in de Sargassozee is daar tussen 18° en 20° Celsius.

## Fijne neus?

Hoe vinden de dieren elkaar in het onmetelijke zeegebied? Dit kan ook aannemelijk worden gemaakt, want de paling heeft een zeer goed ontwikkeld reukvermogen. De neus van de paling is goed vergelijkbaar met die van een hond. Zij schijnen stoffen al te ruiken als er slechts één molecule contact maakt met het zintuigweefsel. Ook voor een vis is dit reukvermogen uitzonderlijk goed ontwikkeld. Het is goed mogelijk dat de paling zijn partner kan ruiken en kan communiceren via chemische prikkels van in het water opgeloste stoffen. We zitten hier echter eerder op het terrein van speculaties dan van harde feiten, want nooit zijn eieren of paaiende palingen door de mens waargenomen.
Tot zover dus hulde aan de 65-jarige theorie van Schmidt! We hebben laten zien dat deze theorie nog steeds de beste verklaringen geeft voor wat we kunnen waarnemen aan het trekgedrag van de paling, zijn larven en de glasaal.

## Toch kritiek

In 1985 is er stevige kritiek op de theorie van Schmidt gepubliceerd. De onderzoekers Harding en Boëtius beschikten over Schmidts collectie aantekeningen en potjes nog niet onderzochte palinglarven. Nauwkeurige berekeningen, opnieuw toegepast op deze gegevens, leerde dat de oostgrens en de westgrens van het paaigebied min of meer op de gok zijn vastgesteld. Deze conclusie houdt de mogelijkheid open dat er in de Middellandse Zee ook paaigebieden zouden zijn, maar daarvoor ontbreekt het bewijs.
Verder ontdekten de onderzoekers dat de populatie palinglarven er uiterlijk helemaal niet zo hetzelfde uitziet als Schmidt had doen voorkomen. De overeenkomst in uiterlijk is een belangrijk onderdeel van de theorie, want die gaat er van uit dat alle palingen van de Noordelijke IJszee tot aan Marokko, in hetzelfde zeegebied bij elkaar komen. Daar vindt volgens de theorie een enorme menging van genen plaats. Verschillen in het uiterlijk van de aallarven houdt de mogelijkheid open dat er verschillende paaiplaatsen zouden kunnen zijn waar dan groepen palingen uit dezelfde regio met elkaar zouden paaien.

## Twee soorten

Tot nu toe heb ik verzwegen dat er niet één, maar twee soorten paling in de Sargassozee paaien. Er bestaat ook nog een Amerikaanse paling, Anguilla rostrata, die op een paar detailkenmerken verschilt van de Europese. De ios-enzymfrequenties van deze soort verschillen wel van de Europese paling. Verder heeft deze Amerikaan gemiddeld 107,2 rugwervels en de Europeaan 114,6. De paaigebieden van de Amerikaanse paling liggen in het westelijk deel van de Sargassozee zodat de afstand van Noord-Amerika naar dit zeegebied veel geringer is. Vanaf dit gebied loopt een duidelijke golfstroom naar het noorden langs de hele Amerikaanse kust. Het probleem van de trek van deze vis is daardoor veel eenvoudiger oplosbaar. Er is echter één complicatie: de paaigebieden overlappen elkaar. Schmidt meende dat de larven van de Amerikaanse paling sneller groeien dan die van de Europese paling en zodoende eerder op eigen kracht in de goede richting het Amerikaanse continent bereikten. Nu blijkt dat beide soorten onder dezelfde omstandigheden even snel groeien, dus kunnen de larven van beide soorten nooit 100% goed gesorteerd de goede kant op gestuurd worden.

## Paling tellen in Nederland

Nu is het verhaal van de trek en de paaigebieden van de paling helemaal rond. Terug naar Nederland en wel naar de Afsluitdijk. Sinds deze dijk er ligt, wordt de intrek van glasaal gemeten door op uitgekiende tijdstippen de hoeveelheid glasaal in de sluiskolk te bepalen. Volgens Willem Dekker geeft (achteraf bezien) deze methode geen ideale schatting van de hoeveelheid larven die het IJsselmeer binnentrekt. Dit is een meer technisch probleem, wat inhoudt dat de gegevens niet te letterlijk mogen worden genomen met betrekking tot de werkelijke hoeveelheid glasaal die binnenkomt. In elk geval beschikken we over gegevens over een periode van vijftig jaar, een reeks die door zijn lengte uniek is in het palingonderzoek.
Duidelijk is dat er enorme verschillen optreden in de hoeveelheid glasaal die zich jaarlijks voor de sluizen aandient. Het lijkt of er een soort periodiciteit optreedt, met afwisselend 5 of 6 "magere" jaren en 5 of 6 "vette" jaren. Tussen 1941 en 1952 zijn er jaren geweest waarin er zeer kleine hoeveelheden glasaal het IJsselmeer binnenkwamen. Dit veroorzaakte een enorme daling in de aanvoer van gevangen paling halverwege de jaren '50. In die tijd was het IJsselmeer groter, minder verontreinigd en was de visserijdruk op paling geringer dan nu.

## Bedreigde diersoort?

Niet alleen in ons land is men bezorgd over de paling. Grote verontrusting is verwoord door de eerder genoemde dr.F.W. Tesch: "Men zou hem (de paling) bij de andere feitelijk bedreigde vissoorten op de rode lijst moeten zetten...". Tesch deed deze krasse uitspraak in het blad Oesterreichs Fischerei naar aanleiding van zijn onderzoek in de Golf van Biskaje. In de periode 1971-1977 waren in dit zeegebied zes keer zoveel palinglarven en glasaal als in de periode 1979-1984.
Tesch noemt vier redenen waarom hij zich zorgen maakt over het behoud van de Europese diersoort paling.
1. Aantasting van het milieu in de Sargassozee. 2. De moeilijkheden voor volwassen paling en palinglarven om levend door verontreinigde kustwateren te komen. 3. Het kleine aantal volwassen dieren dat aan de paai kan meedoen. 4. De mogelijk slechte conditie van de paairijpe dieren in de Sargassozee.
Omdat de paling een vette vis is, hopen veel giftige stoffen zich in hun vetweefsel op. Hieronder bevinden zich de zware metalen zoals kwik, lood, koper en cadmium. Een tweede groep schadelijke stoffen die zich via voedselketens ophoopt, zijn de zogenaamde organohalogeenverbindingen. Hieronder vallen de giftige kunststoffen uit de groep van de chloorbifenylen (PCB's) en de organochloor-pesticiden (aldrin en lindaan). Het is niet uitgesloten dat deze vergiften halverwege de reis vrijkomen en de gezondheid van de paling ondermijnen, dus ook het vermogen om levensvatbare eieren te leggen. Geen van de vier genoemde factoren zijn echter werkelijk goed onderzocht.

## Geen paniek?

Op grond van de ingewikkelde levenscyclus van de paling heb ik aannemelijk gemaakt, dat er voor deze trekvis op zijn minst reden tot zorg is.
Gelukkig heeft het waterkwaliteitsbeheer in Nederland de afgelopen jaren enige vooruitgang geboekt bij het terugdringen van zuurstofbindende stoffen. Hierdoor is het zuurstofgehalte in veel wateren weer hoger dan in de 60-er en 70-er jaren. Verder nemen de concentraties zware metalen en organohalogeenverbindingen in het water geleidelijk af. Desondanks worden er nog steeds palingen met te hoge gehaltes aan PCB's gevangen. Verder begint men pas sinds kort aan de oplossing van het probleem van de fosfaten en nitraten in het water: de eutrofiëring. De invloed van de eutrofiëring op de visfauna in het algemeen en op de paling in het bijzonder, is een verhaal apart. ■

# Afval

ADA MOLKENBOER

**Afval is er in alle soorten en maten. We kunnen een onderscheid maken in huishoudelijk en industrieel afval dat beiden uit een natte en een (betrekkelijk) droge component bestaat.**
**Het huishoudelijk afval wordt wat betreft het natte gedeelte via een systeem van afvoerpijpen geloosd op het openbare riool. Het droge deel wordt in vuilniszakken gedeponeerd en langs de kant van de weg geplaatst. De plaatselijke vuilnisauto haalt het daar op afgesproken dagen weg en brengt het naar een vuilstortplaats of verbrandingsoven. Het grootvuil kan door huishoudens op afroep op eenzelfde wijze aan de gemeentereiniging worden aangeboden.**

## Industrieel afval

Het industrieel afval bestaat ook uit meerdere componenten. Het opgewarmde koelwater wordt meestal direct op het open water geloosd. Soms wordt het aangewend voor verwarming voor de bedrijfsgebouwen en na koeling in speciale torens opnieuw als koelwater gebruikt.
Het industriële afvalwater is een levensgroot probleem. In dit water zijn namelijk allerlei stoffen opgelost die schadelijk zijn voor het milieu. Het is waarschijnlijk technisch best mogelijk om deze stoffen er uit te halen voor het water de fabriek verlaat. Het probleem is echter dat het investeren in dergelijke apparaten een fabriek slechts geld kost. Het lozen in oppervlaktewater hoeft tot nu toe namelijk niet betaald te worden.

## Milieuwetgeving

Voor de afvoer van het overige industriële afval worden vaak gespecialiseerde bedrijven ingeschakeld. Het afval wordt dan vervoerd naar daartoe speciaal aangewezen en ingerichte stortplaatsen of aangeboden aan vuilverbrandingsinstallaties. Voor het afvoeren van afval zijn vergunningen nodig. Als het chemische afvalstoffen, destructiemateriaal (kadavers) en radioaktief afval betreft moet daar een vergunning respektievelijk volgens de Wet chemische afvalstoffen, de Destructiewet of de Kernenergiewet voor worden aangevraagd.

## Vergunningen stelsel

Bedrijven hebben meestal te maken met meer dan één, meestal provinciale, milieuvergunning. Het gaat dan om de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, Wet chemische afvalstoffen, Wet inzake de luchtverontreiniging, Wet geluidhinder, Afvalstoffenwet, Arbeidsomstandighedenwet, Rampenwet en de Hinderwet. Voor een bedrijf mag starten moeten de benodigde vergunningen worden afgegeven. De vergunningverlenende instantie moet de naleving van de vergunningen controleren. Meestal beperkt de controle zich tot actie na klachten van burgers. Soms is er een actieve controle, het bedrijf wordt enkele keren per jaar onaangekondigd aan een controle onderworpen.
Als burger is het heel goed mogelijk om actie te ondernemen. Bij klachten moet zo spoedig mogelijk de rijksmilieu-inspectie op de hoogte gesteld worden. Zorg ervoor dat er zoveel mogelijk gegevens zijn, verzamel eventueel ook informatie over de vergunningen die aan het bedrijf verleend zijn. Om nare gevolgen te voorkomen dient het aanbeveling om bij het indienen van de klacht te verzoeken om verder anoniem te blijven. De milieu-inspectie kan vervolgens hulp inroepen van het Milieubijstandsteam, dat monsters kan nemen, assisteert bij inbeslagname van de bedrijfshuishouding of ingewikkelde procesverbalen kan opstellen. Meer informatie staat in het Actieboek van de Stichting Natuur en Milieu.



Vuilniszakken dienen slechts het normale huishoudelijke afval te bevatten. Glas, batterijen, olie, verf en chemicaliën behoren er niet in te zitten. Zorg er tevens voor dat de zakken redelijk optilbaar zijn, ook de man die de zakken in de vuilniswagen moet smijten moet zuinig op zijn rug zijn. Foto Peter Sabelis.

## Scheiden aan de bron

Huishoudelijk afval en industrieel afval worden door de wetgevers als twee verschillende zaken beschouwd. Als we bekijken wat we allemaal aan afval in een huishouden produceren dan is dat zowel

Het plaatsen van een kringloopcontainer op strategische plaatsen vergemakkelijkt een milieubewuste levensstijl. Foto gemeente Ermelo





Eén van de mogelijkheden om van afval af te komen is verbranden. Elk soort vuil heeft echter zijn eigen verbrandingstemperatuur. Inmiddels is komen vast te staan dat dergelijke verbrandingsovens de zeer kwalijke stof dioxine verspreiden (dioxine is de verzamelnaam voor een totaal van 210 chloorhoudende chemische verbindingen. Het aantal en de plaats van de chlooratomen binnen het molecuul van de verbinding geeft het verschil tussen al die stoffen.
Foto Afvalverbrandingsinstallatie Rijnmond.

organisch als chemisch afval. Ons huishoudelijk afval is naast het industrieel afval een groot probleem.
Het is heel goed mogelijk om ook in huishoudens het systeem van scheiden aan de bron ver door te voeren. De meeste mensen stoppen al lang geen oud papier meer in de vuilniszak. Er zijn immers zoveel organisaties die oud papier ophalen. De glasbakken zijn inmiddels ook gemeengoed geworden bij winkelcentra en in bepaalde gemeenten zijn ze zelfs voor iedereen binnen loopafstand geplaatst. Batterijen kunnen ook op allerlei plaatsen ingeleverd worden. De meeste verkooppunten van batterijen hebben een ton voor de oude batterijen klaar staan.

Scheiden aan de bron: organisch afval-ophaaldienst in Leningrad. Foto Ada Molkenboer.



## Kringloopstations

We kunnen echter nog veel verder gaan. Naast papier, glas en batterijen kunnen we ook plastic, metaal, textiel en hout gescheiden aanbieden. De gemeente Utrecht heeft gemeend om samen met twee andere gemeenten het goede voorbeeld te moeten geven. Eind januari 1989 heeft de gemeentereiniging een kringloopstation in gebruik genomen. Het nadeel van de mogelijkheid is dat het publiek naar het terrein toe moet. Er wordt veel gebruik van gemaakt. De eerste drie maanden kwamen er bijna 17.000 bezoekers, waarvan 5000 op de zaterdagen. Er werd 2.312.889 kilo afval gebracht uitgesplitst naar grof vuil, puin, grond, ijzer, non-ferro metalen, hout, tuinafval, papier/karton, glas, blik, olie en klein chemisch afval. Een overweldigend succes volgens de voorlichter.
Er zijn ook gemeenten die in winkelcentra containers geplaatst hebben waarin de mensen in gescheiden compartimenten hun papier, batterijen, metaal, glas (wit of gekleurd) en textiel kunnen deponeren.
De goede intentie voor scheiden aan de bron en op een verantwoorde manier met afval omgaan is duidelijk overal aanwezig. Nu moet iedereen zich nog realiseren dat we als enkeling geen afwachtende houding moeten aannemen, maar juist het goede voorbeeld moeten geven. ■

## Zak afval

Door verbranding van afval kan energie opgewekt worden. Een zak afval levert bijvoorbeeld net zoveel energie als één liter aardolie. Dat is voldoende om een 75 Watt lamp 25 uur te laten branden. Uit diezelfde zak kan bovendien nog 80 liter gedestilleerd water gewonnen worden. Wat er dan aan verbrandingsresten nog overblijft kan onder meer gebruikt worden als funderingsmateriaal voor wegen (slakken) of in de metaalindustrie (teruggewonnen schroot). Het verbranden moet natuurlijk wel uiterst voorzichtig gebeuren om te voorkomen dat er dioxine vrijkomt. Technisch is dat best mogelijk, maar zoals alle zuiveringstechnieken vergt ook dit een extra investering. Op lange termijn wordt die echter met gemak terugverdiend door besparingen op schadevergoeding en sanering.

## Nederland rustiger

Als het aan Minister Nijpels ligt, dan wordt Nederland een stuk rustiger. Hij wil namelijk de geluidshinder terugdringen: in het jaar 2010 mogen geluidgevoelige bevolkingsgroepen (waaronder oudere mensen en kinderen) geen ernstige hinder meer ondervinden van geluid. Geluidshinder is in Nederland namelijk een aanzienlijk probleem, een probleem dat alsmaar groter wordt. Daarom wil de Minister actie ondernemen. Maatregelen die hij o.a. overweegt zijn: typekeuring van toestellen, financiële stimulering van zowel makers als kopers van stille apparaten, voorschriften in vergunningen, voorlichting.

## Maan en milieu

Zo op het eerste gezicht verwacht je niet dat de Maan en het milieu iets met elkaar te maken hebben. Toch is dat niet helemaal juist. Als de lucht flink vervuild is heeft dat zijn (negatieve) weerslag op astronomische waarnemingen. Zo was de Maan eind mei van dit jaar rond de tijd dat hij vol was duidelijk rood gekleurd. Dat kwam doordat grote hoeveelheden smog in de lucht bleven hangen (herinner je je de alarmfases nog?). De kleine deeltjes die dan in de lucht zweven verstrooien het blauwe licht heel sterk, maar rood licht juist veel minder. Het blauwe licht verdwijnt dan en de witte, normale kleur van de Maan wordt daarom roodachtig.
Hetzelfde effect, de zogenaamde Rayleigh-verstrooiing, zorgt voor de ietwat gelige tint van de Maan wanneer die laag boven de horizon staat en ook voor de rode, ondergaande Zon! Die Zon geeft echter zoveel licht dat je het verstrooide blauwe licht ook nog kunt zien. Nu weet je waarom de lucht blauw is!
Je kunt nu ook bedenken waarom waarnemen het beste gaat als het juist geregend heeft (en als natuurlijk geen nieuwe bui dreigt); alle narigheid is dan uit de lucht geregend. Ook 's ochtends waarnemen is gunstig: in een rustige nacht dwarrelt veel van het stof naar beneden.

# Water: vriend en vijand

ADA MOLKENBOER

**Een paar dagen zonder eten, dat gaat nog wel. Een paar dagen zonder water verdraagt ons lichaam absoluut niet. Schoon (drink)water is van primair belang voor ons bestaan.**

Water kunnen we onderscheiden naar herkomst en functie. We hebben grondwater en oppervlaktewater en we gebruiken het als grondstof, voor vervoer en recreatie.

## Grondwater

Grondwater is de voornaamste grondstof voor de bereiding van drinkwater. Tweederde van ons drinkwater is grondwater. Tot nu toe is er voldoende voorradig en van goede kwaliteit om zonder verdere uitgebreide bewerking geschikt te zijn voor consumptie. In de Randstad wordt ook oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater gebruikt. De waterleidingbedrijven halen het water uit de Rijn en de Maas. Het moet dan wel de nodige bewerkingen ondergaan om het geschikt voor consumptie te maken en het is aanmerkelijk minder van smaak dan grondwater van goede kwaliteit.

Ons grondwater lijkt onuitputtelijk maar hoeveelheid en kwaliteit worden op alle fronten bedreigd. De kwaliteit van de samenstelling van het grondwater gaat echter bijna overal achteruit en in het grootste deel van ons land daalt het grondwaterpeil de laatste decennia onrustbarend.

De grondwaterspiegel daalt:

- er wordt meer water weggepompt ten behoeve van drinkwater voorziening via de drinkwaterbedrijven, dan er door neerslag wordt aangevuld, natuur en landbouw zijn de dupe (droogteschade);
- partikuliere bedrijven hebben voor eigen gebruik waterputten geslagen waardoor water onttrokken wordt;
- boeren gebruiken grondwater uit zelf geslagen putten voor het beregenen van de bouwlanden in tijden van droogte.

De kwaliteit van het grondwater wordt bedreigd:

- in gebieden met intensieve veehouderij (de zandgronden van de provincies Drente, Gelderland en Brabant) wordt dermate veel mest over het land uitgereden dat zeventig procent van het grondwater in deze gebieden verontreinigd is met fosfaat, nitraat en kalium; de concentratie is plaatselijk zo hoog geworden dat het grondwater absoluut ongeschikt is voor drinkwater;
- onder vuilstortplaatsen lekt verontreinigd water weg naar het grondwater;
- als gevolg van de verstoring van het evenwicht, er wordt meer water weggepompt dan er door neerslag wordt aangevuld, wordt er zelfs in diepe grondlagen vervuild water van elders aangezogen.

De daling van het grondwaterpeil kan tientallen kilometers verderop voor natuurgebieden enorme consequenties hebben. Het systeem van grondwaterstromingen is in ons ogenschijnlijk zo vlakke land zeer kwetsbaar. Het onttrekken van teveel drinkwater op de hoger gelegen zandgronden veroorzaakt een tekort aan schoon, opwellend water in westelijker gelegen plassen. In die natuurgebieden moet dan (vuil) water uit de grote rivieren worden ingelaten zodat deze gebieden vervuild raken (brandnetels nemen de plaats in van waterhyacinth en wateraardbei).

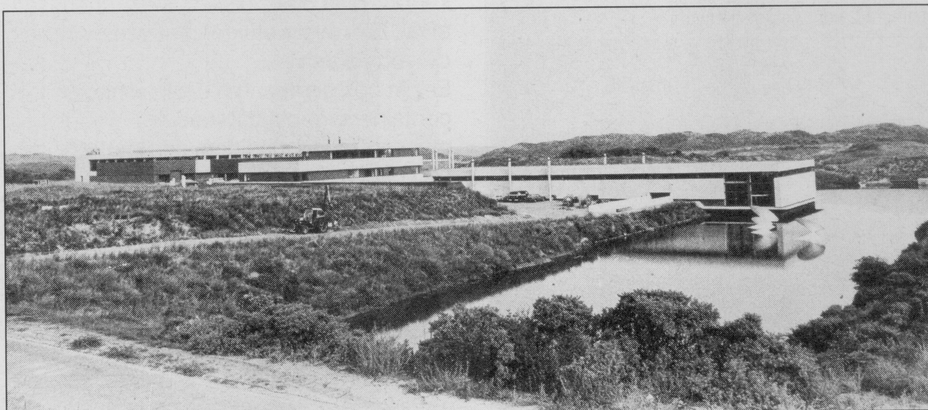
## Drinkwater

De tachtig waterleidingbedrijven in Nederland produceren zo'n 1300 miljoen kubieke meter per jaar. Ruim de helft, 600 miljoen kubieke meter per jaar wordt in de partikuliere huishoudens gebruikt, 148 liter water per dag per persoon, waarvan we 32 liter gebruiken om de wc te spoelen. Twee derde van het drinkwater bestaat uit grondwater en een derde uit gezuiverd oppervlakte water.

## De duinen

De duinen worden gebruikt om drinkwater op te pompen. Een onttrekking van zoet water aan de duinen betekent dat er zout zeewater uit de diepere ondergrond wordt aangezogen. Om te voorkomen dat er zout water uit de kraan zou komen heeft men grote persleidingen vanaf de grote rivieren aangelegd om zoet water in de duinen te infiltreren en als als vrijwel schoon drinkwater op te pompen. Het is duidelijk dat dergelijke bekkens en kanalen het duinlandschap ontsieren. Veel erger en onomkeerbaar is het aan een kwetsbaar ecosysteem als de duinen toevoegen van stoffen die er van nature absoluut niet thuishoren: zware metalen en allerlei chemische en organische verbindingen.

**Pompstation Wim Mensink te Wijk aan Zee. Rechts zien we de pompenhal, links de centrale wacht. Foto: PWN.**



## Rioolwater

Rioolwater is eigenlijk leidingwater waaraan stoffen als huisvuil, wasmiddelen en ontlasting zijn toegevoegd. Afgezien van de fosfaten uit onze ontlasting en uit wasmiddelen is het water in de zuiveringsinstallaties goed te zuiveren. Tenminste zolang we er maar geen stoffen bij gooien die niet voor het riool bedoeld zijn zoals geneesmiddelen, afgewerkte olie, verfreiniger, afval uit de donkere kamer van de (amateur) fotograaf. Dit chemische afval dient gescheiden van het gewone huisvuil aan de gemeentereiniging aangeboden te worden.

Sinds de zestiger jaren is de situatie wat betreft het lozen van afvalwater aanmerkelijk verbeterd. Met het bouwen van zuiveringsinstallaties ging de kwaliteit van het oppervlaktewater sterk vooruit. Stinkende sloten, vaarten en passen horen (bijna) tot het verleden. Het is echter nog

maar in enkele zuiveringsinstallaties mogelijk om ook fosfaten uit het water te halen. De fosfaten zijn afkomstig van huishoudens, agrarische bedrijven en industrie. Ze gedragen zich in het oppervlaktewater als voedingsstoffen en veroorzaken een verstoring van het biologisch evenwicht. De fosfaten zijn verantwoordelijk voor de explosieve algengroei in onze binnenwateren aan het begin van een warme periode. Ook in de kustwateren kennen we deze "algenbloei".De algen verbruiken in korte tijd veel zuurstof, zodat er dan vaak door gebrek aan zuurstof een massale vissterfte optreedt.
Naast de fosfaten blijven er nog andere niet te zuiveren stoffen over als zware metalen (kwik, cadmium, chloorkoolwaterstoffen en onder andere pcb's). Deze nietafbreekbare stoffen komen in de voedselketen van het water terecht en binden zich aan het bodemslib. Via het slib dat met het uitgaande (rivier)water naar de Noordzee en door de Waddenzee getransporteerd wordt komen deze stoffen overal terecht. Eenmaal in de voedselketen komen de stoffen via de vissen ook in de mens terecht.

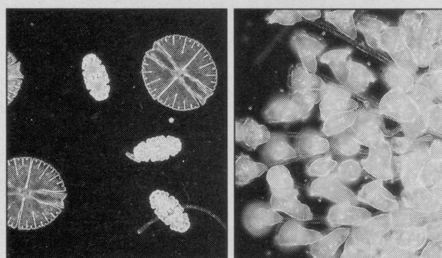
## Kwaliteit oppervlaktewater

Ons oppervlaktewater bestaat voor een klein deel uit opwellend grondwater en voor een groot deel uit regenwater dat van het omliggende land afstroomt. Het meest verontreinigde deel van ons oppervlaktewater bestaat uit rivierwater dat uit de hoger gelegen buitenlanden wordt aangevoerd. De aangevoerde vervuiling bestaat uit een veelheid aan stoffen. Achtenveertig stoffen hebben de hoogste aandacht en achttien andere stoffen worden ook steeds in de gaten gehouden door de instanties die de waterkwaliteit van Rijn, Maas en Schelde registreren. Er zijn zes stoffen die representatief zijn voor de kwaliteit van het water en het vóórkomen van de verschillende soorten vervuiling:
- koper (een metaal en tevens bestrijdingsmiddel),
- cadmium (een metaal),
- gamma-hexachloorcyclohexaan (gamma-HCH,een gechloreerde koolwaterstof, tevens bestrijdingsmiddel),
- di-ethylhexylftalaat (ofwel DEHP, een vrij goed afbreekbare stof waar echter vrij weinig over bekend is),
- benzo(a)pyreen (een polycyclische aromatische koolwaterstof die op verschillende manieren in het milieu terecht komt),
- enkele organotinverbindingen (onder andere uit bestrijdingsmiddelen, relatief schadelijk voor het milieu, wordt op grote schaal geloosd, relatief weinig over bekend).

| stof µgram/liter | aanbevolen max. concentratie opgelost in water | grensw bereiding drinkw |
|---|---|---|
| koper | 50 µg./1. | 3 µg./1. |
| cadmium | 1,5 µg./1. | 0,1 µg./1. |
| gamma-HCH | 0,05 µg./1. | 0,1 µg./1. |
| benz(a)pyreen | -- | -- |
| zes polycycl aromatische verbindingen (de zes van Borneff) | 0,2 µg./1. | |
| organotinverb. en ftalaten | wisselende giftigheid, weinig over bekend en geen grenswaarde bepaald | |
| ftalaatesters | -- | 40-400 µg./1. |
| tributyltin en tributyltinoxyde | no effectlevel onder 1 µg./1. | |

## Fosfor en stikstof

Naast deze problematische stoffen hebben ook fosfor(P) en stikstof(N) de aandacht in verband met de waterkwaliteit. Hier gaat het om verontreiniging met organische stoffen (vermesting), afkomstig uit rechtsstreekse afvalwaterlozingen, onder andere van agrarische bedrijven en lozingen van zuiveringsinstallaties.
In een zone van enkele tientallen kilometers breed langs de Nederlandse en Duitse Noordzeekust zijn de concentraties stikstof en fosfaat drie tot vijf keer zo hoog als ruim een halve eeuw geleden. De algenbloei die altijd al optrad langs de kusten is toegenomen van destijds enkele tientallen dagen tot tegenwoordig wel honderd dagen. De Rijn brengt vijf keer zoveel stikstof verbindingen en tien keer zoveel fosfaat naar de Noordzee als onder natuurlijke omstandigheden. Omdat de Noordzee continu ververst wordt met water uit de oceaan zal het probleem van vermesting beperkt blijven tot alle kustwateren rond de Noordzee.
In de (zoete) binnenwateren van Nederland is de vervuiling met organische stoffen zo groot dat de hoeveelheid fosfaat die in de bodems van de wateren ligt opgeslagen drie tot tien keer zoveel is als wenselijk geacht wordt. De vissoort brasem, die overal voorkomt, woelt graag in die bodems zodat er extra fosfaten vrij in het water komen en ieder jaar weer een enorme algenbloei teweeg brengen. Bovendien ziet het water er door het woelen van de brasem troebel uit en maakt het voor de gemiddelde burger een vervuildere indruk dan helder water.



De algen op de eerste foto komen uitsluitend in schoon water voor. Klokdiertjes (tweede foto) zijn groter dan algen, ze leven in vervuild water en eten de overvloedig aanwezige algen op. Foto's Henri Schlötz.

## Zinkputje van Europa

De meeste stikstof- en fosforverbindingen worden door de (grote) rivieren vanuit het buitenland aangevoerd. In 1986 was dat 564 kton (kiloton, dus miljoen kilogram) stikstof(N) en 52 kiloton fosfor(P). In ons land werden 45 kton stikstof en 11 kton fosfor uitgestoten. Het grootste deel wordt weer naar zee afgevoerd te weten 531 kton stikstof en 51 kton fosfor.

| stof kton/jaar | import | eigen prod. | totaal | naar zee | overschot |
|---|---|---|---|---|---|
| stikstof | 564 | 45 | 609 | 531 | 78 |
| fosfor | 52 | 11 | 63 | 51 | 12 |

Van de hoeveelheid ingevoerde fosfor en stikstof blijft jaarlijks een klein deel in ons land achter. Op de totale hoeveelheid heeft de Noordzee dus meer de zinkput functie dan ons land zelf.

## Actie voor minder

Wanneer het Rijnactieplan van de overheid wordt uitgevoerd wordt er in 1995 nog maar de helft van de hoeveelheid fosfor en stikstof en fosfor in het totale stroomgebied van de Rijn geloosd. De Maas en de Schelde moeten 30% minder fosfaat en 10% minder nitraat importeren. Door alleen nog fosfaatloze wasmiddelen te gebruiken en de waterzuiveringsinstallaties allemaal te voorzien van een fosfaat- en een nitraatzuiveringstrap, kan de lozing in 2010 dalen van 45 naar 24 kton stikstof en van 11 naar 4 kton fosfor. De totale verminderde belasting zou dan het sterkst toe te schrijven zijn aan de verminderde import. Toch een reden om de hand in eigen boezem te steken en te kijken of die reductie hier niet veel sneller en ingrijpender verwezenlijkt kan worden.

## Goed plan

De wetgeving is nog uiterst gebrekkig als het op een adequate bescherming van ons water aankomt. De wetten die er zijn, vertonen totaal geen samenhang. Het is zaak om een goed, allesomvattend plan voor het beheer van ons water te maken. Het moet een compleet plan voor grondwater, oppervlakte water en afvalwater worden. Daarbij moeten we voor ogen houden dat goed water een schaarse grondstof aan het worden is. We moeten een onderscheid in watergebruik gaan maken. Het is onzin om voor koelwater en het spoelen van het toilet drinkwater te gebruiken. Zelfs de was zou met water van mindere kwaliteit gedaan kunnen worden. ■

# Verkeer: redding en ramp

GJ VAN LONKHUYZEN

**Het verkeer is een op zich staand probleem. Aan de ene kant is het een bron van vervuiling en aan de andere kant een middel van transport. Hoe kan dit probleem worden aangepakt? Schonere auto's, minder auto's, andere vormen van transport dan over de weg, meer en beter openbaar vervoer, de scheiding tussen wonen en werken opheffen, meer thuiswerk?**

Ruim een eeuw geleden waren de grote steden van Europa hard op weg naar een soort verstikkingsdood, maar de auto bracht redding en een nieuw leven aan de steden en de stedelingen. Jazeker, diezelfde auto, die nu de zondebok is in heel veel milieukwesties, werd in die dagen als redder van de mensheid beschouwd.

Ruim een eeuw geleden bestond het verkeer in de steden uit een niet aflatende stroom koetsen, karren, trams en trolleys. Ze werden bovendien allemaal voortgetrokken door ten minste één paard.

In de straten lag zoveel paardevuil dat men aan het ruimen bleef! De stedelijke riolen konden het amper meer verwerken en raakten verstopt.

## Hout tegen geluidoverlast

De hoefijzers en het ijzerbeslag van de wielen maakten zoveel lawaai, dat het geluid van een stad vaak kilometers ver op het platteland te horen was. Op de geluidoverlast was wel wat gevonden: houten straatstenen ter vervanging van de "kinderkopjes". Hout dempte het geluid, maar absorbeerde de paarde-urine en dat leidde tenslotte tot ziektes en zelfs epidemieën. Botulisme was één van de beruchte stadsepidemieën in die tijd.

Kortom: de steden waren onleefbaar geworden door al die vleselijke paardekrachten. Toen kwam de auto: geen urine, geen paardevijgen en dus geen stank, geen vliegen, geen bronnen van infectie en geen lawaai, want toen kwam ook de rubberband en niet lang daarna de luchtband.

Dat is nu anders. De auto wordt ons voorgehouden als de verwoester van het leefklimaat en de veroorzaker van het broeikas-effect. Dat is maar ten dele juist. Het broeikas-effect wordt veroorzaakt door de uitstoot van alle schoorstenen en uitlaten. De auto's zijn niet meer schuldig dan de industrieën en de woonhuizen.

## De katalysator

We pakken het probleem wel hoofdzakelijk aan via de auto. Er kwamen katalysatoren die moeten zorgen voor een volledige verbranding van de autobrandstof. De katalysator werkt echter niet als er lood in de benzine zit. De katalysator is bekleed met platina en dat zou alleen maar "afgedekt" worden door het lood en zo zijn werkzaamheid verliezen. Dus het lood moest uit de benzine. Fijn voor de mensen, want lood is heel slecht voor de hersenen en bovendien vermindert het de zuurstofopname door het lichaam.

Maar het platina in de katalysator is mogelijk nog slechter voor de mensen. De katalysator laat platina atomen los die tot vrije radikalen kunnen worden. Dat wil zeggen dat ze een elektron missen en daardoor een bepaalde extra gretigheid hebben om met stof uit hun omgeving te reageren. Dat hangt af van bepaalde omstandigheden van temperaturen en/of elektrische omgeving. Menselijk celmateriaal blijkt die platina atomen te activeren tot vrije radikalen en die zetten in het menselijk celmateriaal verwoestende kettingreacties in gang. Kortom: zeer giftig. In het al meer dan tien jaar oude Amerikaanse onderzoek, dat geleid heeft tot de invoering van katalysatoren, was over de vrije radikalen nog niets bekend. Loodvrije benzine is om meer redenen onaangenaam spul. Om de verbranding te stimuleren wordt er




Geparkeerde auto's hebben de plaats ingenomen van spelende kinderen. Tussen de auto's door je spel spelen is levensgevaarlijk: een triest beeld in alle oude woonkernen. Het openbaar vervoer zal voor dit probleem nooit een oplossing worden, tenzij de straten verplicht autovrij gemaakt worden maar dat is vragen om een burgeroorlog . . . Foto Milieu Educatie Centrum Zeeland.

Een heel bijzondere prestatie op het gebied van schone diesels levert een nieuwe bus van Westnederland: 80 tot 90% minder roetdeeltjes uit de uitlaat.

Westnederland wil deze bussen in de Randstad inzetten. De motor van de bus is van Mercedes Benz en ook het roetfilter systeem komt van Mercedes. Het bestaat uit een roestvrij stalen uitlaatpot waarin een groot aantal geperforeerde buizen zijn geplaatst. Deze zijn omwikkeld met keramisch garen dat is voorzien van een dun laagje koperoxyde, de katalysator.

Die katalysator is nodig om bij een lage temperatuur de roetdeeltjes in de uitlaatgassen te helpen verbranden. Het probleem dat daarbij ontstaat is, dat het katalyserende koperoxyde afgedekt wordt en zijn werking verliest.

Daarom is het uitlaatsysteem verder toegerust met een regeneratiesysteem dat elektronisch wordt gestuurd. Telkens als het keramisch materiaal zijn werking verliest wordt acetylaceton ingespoten. Het werkt als een soort schoonmaakmiddel voor het keramisch materiaal.





Een stad waarboven de smog te snijden valt, waarin auto's rondronken, en een trein die, als het overige openbare vervoer eindelijk eens centraal en efficiënt wordt geregeld, veel vervuilingsellende kan gaan voorkomen. Foto Andries Sabelis.

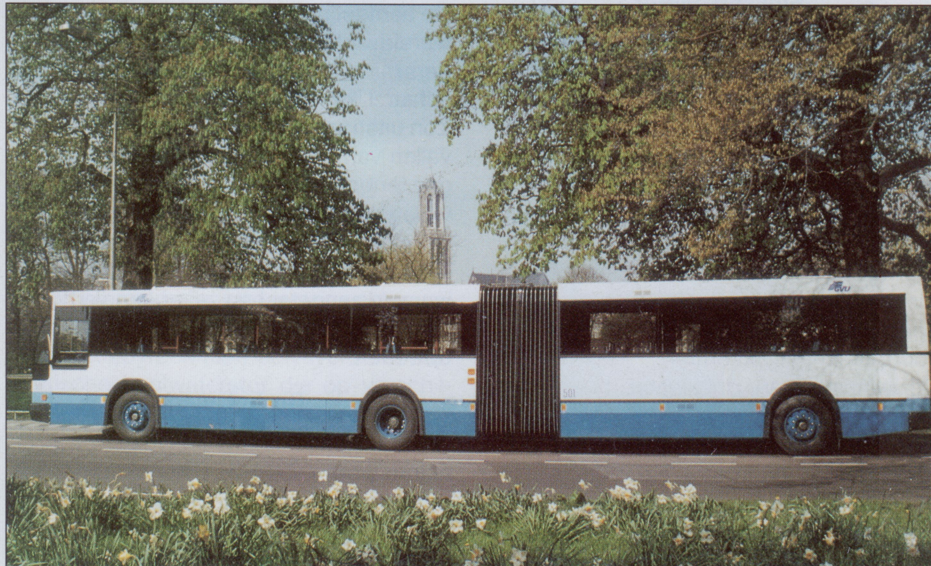
Een andere vorm van vervuiling is het lawaai dat het verkeer veroorzaakt. Woonkernen langs snelwegen worden daarom voorzien van geluidsschermen. We komen ze in alle vormen en constructies tegen. Foto Andries Sabelis.



Ze zijn er in Utrecht zelfs voor van hun kleurstelling afgestapt: de rode stadsbussen worden blauw-wit, dat ziet er schoner uit. GVU, het gemeentelijk vervoerbedrijf in de Domstad, heeft een contract gesloten voor achttien gelede bussen, tien zijn er al gekocht en acht zijn er nog in bestelling, bij het bedrijf Nebim, zeg maar Volvo.

Het schone aan de bussen is, dat ze een nieuwe motor van Volvo hebben (de THD 102 KB) die extreem weinig uitlaatgas produceert. Die motor voldoet nu al aan de zeer strenge normen die in 1994 in Zweden en in 1990 in de Verenigde Staten van kracht worden. De emissies liggen voor stikstofoxyden 50% lager dan de huidige Europese voorschriften aangeven en voor koolwaterstof zelfs 65% lager.

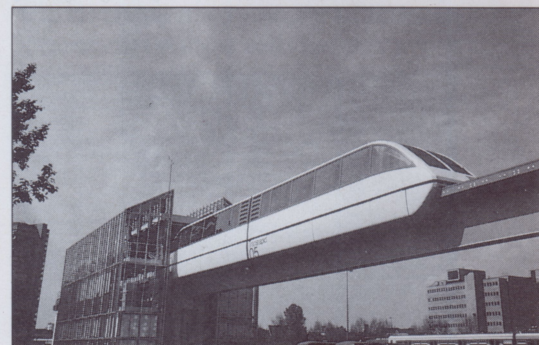
De Zweden hebben dit bereikt zonder speciale trucs: alleen een dubbele inlaatluchtkoeling en een heel nauwkeurig werkende brandstofpomp.



Bij ons in Europa is de Transrapid (in Duitsland) de enige -experimentele- maglevtrein. Hij haalt een snelheid van ruim 300 kilometer per uur.

Het Argonne National Laboratory, in Argonne, Illinois (USA), ziet de magneetbaan helemaal zitten. De "Maglev (Magnetic levitation) train", zoals hij in Amerika genoemd wordt, zou bijna alle vliegtuigen voor korte afstanden moeten vervangen: de zogenaamde short haul lijnen.

Volgens Argonne kunnen alle luchtlijnen van duizend kilometer en minder beter verzorgd worden door treinen die zich op magneetbanen voortbewegen met een vaartje van 500 kilometer per uur. Dat vraagt weliswaar immense investeringen (voorlopige schatting: 30 miljard Amerikaanse dollar) want de speciale maglev banen, langs de interstate highways, kosten het een en ander. Volgens Argonne worden de kosten vrijwel volledig vergoed door de besparingen in de luchtvaart: geen nieuwe vliegvelden, geen uitbreidingen, geen filevorming op de startbaan (brandstofverlies) en veel minder arbeidskosten en minder vliegtuigen.



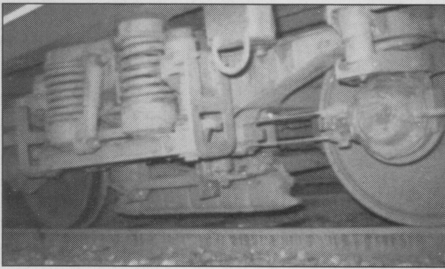


Eén van de mogelijkheden is het ombouwen van auto's op elektriciteit. Deze auto's hebben maar een kleine actie-radius en het opwekken van elektriciteit voor dergelijke doeleinden kost in verhouding veel fossiele brandstof al levert het rond de auto een minder vervuilde lucht op.

benzeen of tolueen door gemengd; twee heel bekende milieugiffen.

We zijn dus weer terug bij af: de steden raken opnieuw vergiftigd door het vervoer. Toen: de uitwerpselen van het paard: nu die van de auto. Maar nu is het

We lezen regelmatig in de krant dat de bodem bij tankstations ernstig vervuild is. Ook de diesellocomotieven van de NS hebben regelmatig dorst, maar op veel tankpunten van de spoorwegen zorgen speciale installaties ervoor dat gemorste brandstof opgevangen, en via olie-afscheiders, zorgvuldig afgevoerd wordt.



Het is inmiddels wel bekend dat treinen schoner zijn dan auto's. Dat komt o.a. omdat het brandstofverbruik per reiziger/kilometer aanmerkelijk lager uitvalt. Een heel aardige manier van extra energiebesparing -en dus goed voor het milieu- is het gebruik van elektrodynamische remmen. Deze worden toegepast in de elektrische locomotieven van de serie 1600. De energie die bij het remmen vrij komt omdat de motor als turbine gaat werken, kan weer afgegeven worden aan het net. Resultaat: de door centrales opgewekte stroom wordt beter benut, waardoor de totale behoefte afneemt en daarmee de luchtvervuiling door de centrales óók. Een andere manier om met je remmen brandstof te besparen is juist zo weinig mogelijk remmen. Want zelfs al kost het remmen zelf geen energie bij gebruik van elektrodynamische remmen, het vervolgens weer optrekken kost des te meer. Waar mogelijk laat een goede machinist (meester) zijn trein uitlopen alvorens hij gaat remmen.

probleem (omdat het gasvormig is) buiten de grenzen van de stad gekomen en uitgegroeid tot een planeetomspannend probleem. De oplossing: of heel wat minder auto's of echt heel schone motoren. Waterstof motoren bijvoorbeeld.

# De mens en zijn omgeving

GODELIEF NIEUWENDIJK

**Mollen wij mensen met het milieu ook onszelf en onze kinderen? Wat slecht is voor ons natuurlijk milieu, zou dat goed zijn voor de mens? Vast niet!**

Om dit soort gevoelsmatig logische gevolgtrekkingen om te zetten in harde cijfers is niet gemakkelijk. Met name is het moeilijk om oorzaken en gevolgen te isoleren van andere factoren die van invloed kunnen zijn. Er zijn nog veel te weinig noodzakelijke gegevens voorhanden en vaak ook ontbreken meetmethoden die fijn genoeg zijn, evenals toetsingscriteria.
Wat voor gevolgen heeft bodemverontreiniging voor de mens? Vast staat, dat het je leven behoorlijk kan verzieken als je in of vlakbij een gifbuurt woont. Als je tijdelijk of definitief moet verhuizen, als je kinderen niet buiten mogen spelen en als je de oogst uit eigen tuin als verboden vruchten moet behandelen, is er een hoop lol uit het leven verdwenen. Vast staat ook dat wonen in een gifwijk enorm veel stress veroorzaakt en dat de bewoners allerlei lichamelijke klachten hebben. Maar wat nu precies door wat veroorzaakt wordt, is niet met zekerheid vast te stellen en ook niet hoe dat op de lange duur uitwerkt.
Voor stress die wordt veroorzaakt door bijvoorbeeld geluid- of stankoverlast kan hetzelfde gezegd worden. Acute gevolgen van dit soort stress zijn slaap- en concentratiestoornissen.

## Flessen water

Een leven zonder sloten en plassen in de buurt is in Nederland bijna niet voor te stellen. Maar wat heb je aan water dat je moet mijden als de pest, water waar je ook als geoefend zwemmer absoluut niet in mag vallen? Vroeger kon je in praktisch alle vennen, rivieren en meren zwemmen. Tegenwoordig is dat niet aan te bevelen. Wat het effect is van leven in met zware metalen vervuild water is aan kuifeenden goed te zien: ernstige storingen in het voortplantingssysteem.
De winning van drinkwater heeft met steeds grotere problemen te kampen. In een toenemend aantal waterwingebieden op de zandgronden is het nitraatgehalte te hoog als gevolg van overbemesting. Drinkwaterstations die water innemen uit de grote rivieren hebben steeds meer moeite om het water voldoende te zuiveren. Dat is voor een deel aan de lozingen met schadelijke stoffen van onze oosteren diverse zuiderburen te danken, maar evenzeer aan het beleid van het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid.
Veel mensen vertrouwen het water uit de kraan al niet meer en kopen drinkwater in flessen. Misschien lopen er binnenkort ook mensen met zuurstofflessen op hun rug. In Japanse steden kun je in "luchtbars" als oppepper blikjes schone lucht tot je nemen.

## Meer dan stank

Luchtverontreiniging is misschien nog wel bedreigender dan bodem- of waterverontreiniging, omdat je je er niet aan kunt onttrekken. Een mens moet nu eenmaal ademen. Binnen blijven heeft ook weinig zin, omdat het met het binnenmilieu ook niet al te best gesteld is.
De effecten van smog ondervind je aan den lijve in de vorm van benauwdheid en in ergere gevallen prikkelende ogen, hoesten, een zere keel en dergelijke. Over het algemeen wordt aangenomen dat het aantal Cara- of hartpatiënten onder invloed van luchtverontreiniging niet groeit, maar wel dat hun klachten ernstiger worden.
De aantasting van de ozonlaag heeft een wereldwijd karakter omdat alle wereldburgers minder bescherming krijgen tegen de schadelijke ultraviolette straling die de Zon uitstraalt. Daardoor zal het aantal gevallen van huidkanker en oogaandoeningen tengevolge van een "overdosis" ultraviolette straling toenemen.
Door de toegenomen smogvorming wordt het immuunsysteem van mensen en gewassen aangetast en zal er een verhoogde vatbaarheid voor infecties en allergieën optreden.

## Op het werk

De laatste tijd komt het volgende probleem wat meer in de belangstelling: het omgaan met chemische stoffen op het werk. Vrijwel iedere beroepsgroep, komt via het werk met chemische stoffen in



aanraking. Dat wil zeggen dat in Nederland een goede vier en een half miljoen mensen, waaronder tandartsen, laboratorium- en ziekenhuispersoneel, kunstenaars, huisvrouwen, agrariërs, bouwvakkers, drukkers, grafici, kantoorpersoneel, enzovoort, enzovoort, dagelijks schadelijke stoffen inademen, aanraken of zelfs doorslikken.
Er bestaan ongeveer 70.000 chemische stoffen en per jaar komen er een goede duizend bij. De stoffen worden uitgebreid getest op hun bruikbaarheid, maar niet of onvoldoende op hun schadelijkheid voor mens en milieu en hun afbreekbaarheid. De inmiddels opgelopen achterstand is zo goed als niet in te halen. Van enige duizenden stoffen is weliswaar bekend dat ze bij een kortdurende, hoge blootstelling acute vergiftigingsverschijnselen geven, maar voor lage doses en langdurige blootstelling op termijn, heb je daar niets aan.

## MAC-waarden

Voor ongeveer 750 stoffen is een MAC-waarde vastgesteld, een maximaal aanvaardbare concentratie in de lucht op de werkplek, maar de waarde hiervan is zeer beperkt. Uit onderzoek naar de manier waarop de MAC-waarden tot stand zijn gekomen is gebleken, dat slechts 10% toxicologisch voldoende is onderbouwd. De rest berust dus eigenlijk op gis- gokken natte vinger werk. Er zijn nog veel meer hiaten: de MAC-waarden gaan uit van opname via de ademhalingsorganen en tellen opname via de huid of inslikken niet mee. Terwijl de toxiciteit (giftigheid) van een stof wordt bepaald door de totale mate aan blootstelling. Weinig of niets is bekend over de effecten van langdurige en/of regelmatige blootstelling aan betrekkelijk lage doses of aan minder gevaarlijk geachte stoffen.

## Vrouwen en kinderen

Er bestaan ook geen betrouwbare en onvoldoende gegevens over blootstelling aan allerlei giftige stoffen voor zwangere vrouwen, ongeboren baby's en kinderen die borstvoeding krijgen. Het probleem wordt ook steeds aktueler omdat steeds meer zwangere en zogende vrouwen aan het arbeidsproces deelnemen.
Wat is het effect van opname van toxische stoffen in combinatie met bijvoorbeeld tabak, alcohol of bepaalde voedingsmiddelen? Hoe zit het met mensen die een erfelijke aanleg hebben voor bepaalde aandoeningen of lijden aan astma of epilepsie?
Toxische stoffen kunnen organen aantasten (nieren, lever of de huid) en zo het immuunsysteem aantasten of het zenuwstelsel beschadigen, hetgeen zich kan uiten in zowel lichamlijke klachten als psychische stoornissen (prikkelbaarheid, vergeetachtigheid of zelfs vroege dementie). Soms treden ziekteverschijnselen pas na langdurige blootstelling op of zelfs als de stoffen niet meer aanwezig zijn, zoals met asbest het geval was. Sommige stoffen (pcb's) hopen zich ongemerkt op in het lichaamsvet. Mensen verschillen hierin niet van dieren.
Methoden om in een heel vroeg stadium de schadelijke effecten van blootstelling aan toxische stoffen vast te stellen ontbreken nog. Vooralsnog kunnen we blootstelling beter voorkomen, want genezen is er later niet meer bij. ■

# Windenergie: het moet lukken

GJ VAN LONKHUYZEN

**Er zijn heel wat mislukte en matig gelukte experimenten met windenergie geweest. Er waren windmolens die al na vijf luttele jaren hopeloos zijn verouderd. Maar toch: de wind is gratis en op sommige plaatsen in de wereld in overvloed voelbaar. Het moet dus toch kunnen lukken om er iets mee te doen.**

De Provinciale Noordbrabantse Energie Maatschappij (dus niet: Electriciteitsmij.) neemt bij Halsteren een compleet energiepark in gebruik; het moet getuigen van de overtuiging dat het met de wind moet lukken. Niet alleen omdat die energie onuitputtelijk is en in wezen goedkoop, maar vooral omdat de andere energiebronnen niet alleen eindig zijn maar ook - vooral de fossiele - het milieu aantasten.




Eén van de zeven windturbines van 500 kilowatt die de Provinciale Noordbrabantse Energie Maatschappij begin dit jaar bij Halsteren heeft geplaatst. Foto PNEM/Hans Pattist.

Acht windturbines, zeven van 500 kilowatt en één van 750 kilowatt, moeten de elektriciteit opbrengen voor 2300 huishoudens. De molens vormen de nieuwste generatie Windmasters van H. M. Z. Ze zijn 40 meter hoog (die van 750 kW is 48 meter hoog) en staan aan de dijk tussen Halsteren en Bergen op Zoom.

## Ook de Duitsers

De Duitsers hebben ook een paar maanden geleden besloten nog maar eens 400 miljoen gulden te steken in windenergie. Er moeten windgeneratoren en windparken worden ontwikkeld die het land over 15 jaar 100 Megawatt moeten leveren.

De Duitsers hebben daarbij vooral hun hoop gevestigd op de Monopteros, een windmolen met maar één blad. In plaats van het andere blad heeft de molen een contragewicht. M. B. B. heeft dit concept ontwikkeld met de overweging dat één blad minder luchtwerveling en dus ook minder zuiging geeft dan meerbladige stelsels. Ze zijn dus verhoudingsgewijs efficiënter dan de windmolens met meer bladen. Bovendien kunnen ze veel sneller draaien - er zijn minder torsiekrachten - en zullen ook om die reden meer energie opbrengen.

Een windturbine met één blad, ontwikkeld door het Duitse bedrijf M. B. B.




Een bekende Nederlandse firma die windwolens voor energie-opwekking ontwerpt en bouwt is Lagerwey-Windturbine in Kootwijkerbroek. De foto toont een van de door Lagerwey gebouwde windturbines.



# Zuinig met verkwiste energie

GJ VAN LONKHUYZEN

**De Rijksuniversiteit in Utrecht wordt zuinig met tot nu toe verkwiste energie. De universiteit heeft een eigen krachtcentrale en zoals bij alle centrales, komt ook hier bij het maken van elektriciteit warmte vrij, die tot nu toe als regel verloren ging.**

Kernenergie wordt door voorstanders van deze energiebron graag gepresenteerd als een belangrijk wapen tegen het broeikaseffect. Een recente studie van de Rijksuniversiteit Utrecht stelt dat het gebruik van kernenergie maar in beperkte mate de uitstoot van kooldioxyde naar de dampkring tegengaat. In het gunstigste geval zal er door maximaal gebruik van kernenergie 20% minder kooldioxyde in de dampkring komen dan zonder toepassing van kernenergie en het "vuil" verstoken van steenkool het geval zou zijn. In de studie is geen rekening gehouden met de wereldwijd afnemende politieke steun voor kernenergie.

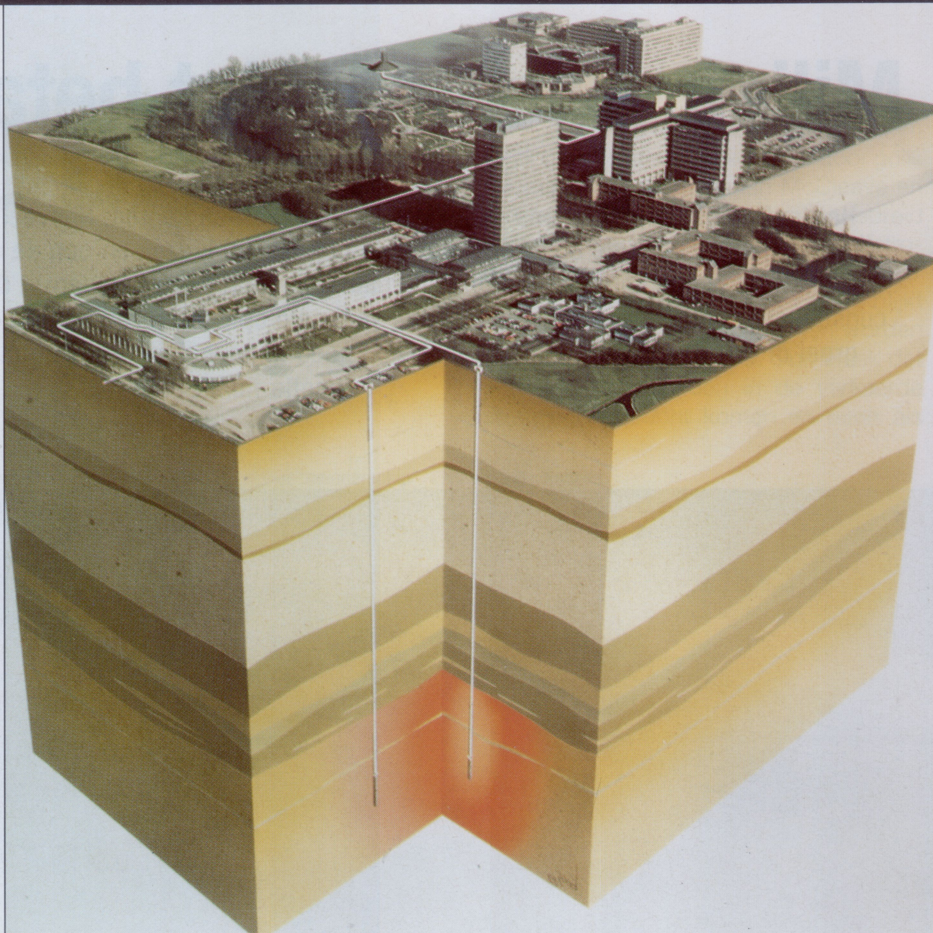


In Utrecht wordt dat anders. Op vijftig meter diepte onder de parkeerplaats voor het hoofdgebouw liggen zandlagen vol water en over die zandlagen ligt een kleilaag.

Het water uit die zandlagen zal worden opgepompt om te worden gebruikt als koelwater voor de centrale. Als het dan 90 graden Celsius heet is, wordt het weer teruggebracht in de grond. Zo wordt in de zomer een voorraad van honderdmiljoen liter bijna-kokend water (90 graden Celsius) aangelegd. In de winter kan het hete water gebruikt worden om de gebouwen te verwarmen.

De Rijksuniversiteit Utrecht heeft een eigen energie-coördinator, Klaas van der Heide; professor Pim van Gool wordt beschouwd als de "goeroe van energiekunde" in ons land. Het zal dus niemand verbazen, dat er overal binnen de universiteit op energiebeperking wordt gelet. De oplettende bezoeker zal opmerken dat in de Uithof de TL-buizen veel verder van elkaar staan dan gewoonlijk en dat er op wordt gelet dat er geen licht brandt als het niet nodig is. Zuinigheid is van groot belang want de universiteit verstookt per jaar vijftien miljoen kubieke meter aardgas.

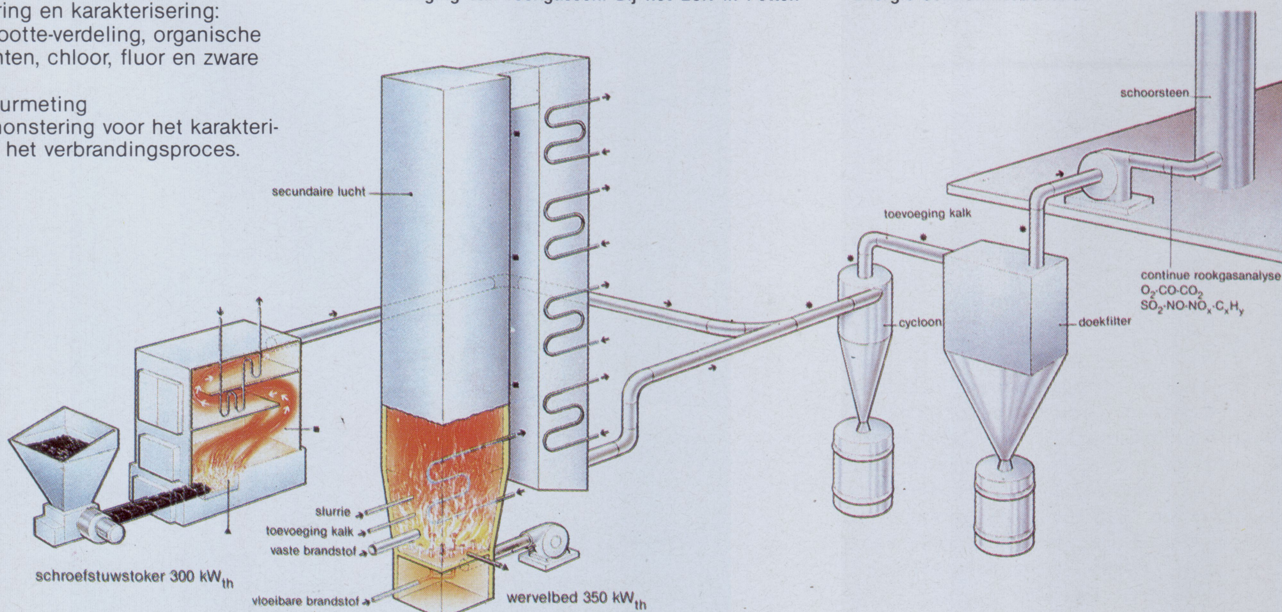
Energie maken door verbranding van fossiele brandstoffen is altijd een aanslag op het milieu. Vandaar dus dat in Utrecht besloten werd tot de installatie van warmtekracht koppeling: de kracht die in de energie-centrale wordt gemaakt, wordt direct gebruikt in de vorm van elektriciteit. De warmte die bij het produceren van elektriciteit altijd vrij komt wordt niet ongebruikt gelaten, maar gaat de grond in en moet in de winter voor "warmte-in-huis" zorgen.



Op een diepte van vijftig meter onder de grond wordt in de zomer door de Rijksuniversiteit Utrecht koelwater omhoog gepompt en verhit water naar beneden gepompt. Het warme water wordt in de koude maanden weer gebruikt om de gebouwen te verwarmen. Foto Rijksuniversiteit Utrecht.

Schema van wervelbedketel, schroefstuwstoker en centraal rookgassysteem.

★ bemonstering en karakterisering: deeltjesgrootte-verdeling, organische componenten, chloor, fluor en zware metalen.
■ temperatuurmeting
▲ bedasbemonstering voor het karakteriseren van het verbrandingsproces.




Verbranding van steenkool, bruinkool en afval kan veel schoner worden door betere verbrandingstechnieken en reiniging van rookgassen. Bij het ECN in Petten staat een experimentele installatie om onderzoek aan verbeterde verbrandingstechnieken te doen. Illustratie Energie Centrum Nederland.

# Milieu, wie gaat dat betalen en hoe?

JOS VAN HULTEN

**Het leefbaar houden van ons milieu gaat vele miljarden kosten. Hoeveel precies en hoe de lasten verdeeld worden, hangt af van de oplossingen die de politiek zal kiezen en aan de samenleving zal opleggen. Uit studie blijkt dat een schoner milieu ons allemaal geld gaat kosten, maar uit datzelfde onderzoek blijkt dat een consequent doorgevoerd milieubeleid ook veel geld opleveren zal. Het is geen kwestie van òf een economische groei òf een doelgericht milieubeleid. Een goed milieubeleid MOET en mag die economische groei dan een beetje minder zijn?!**



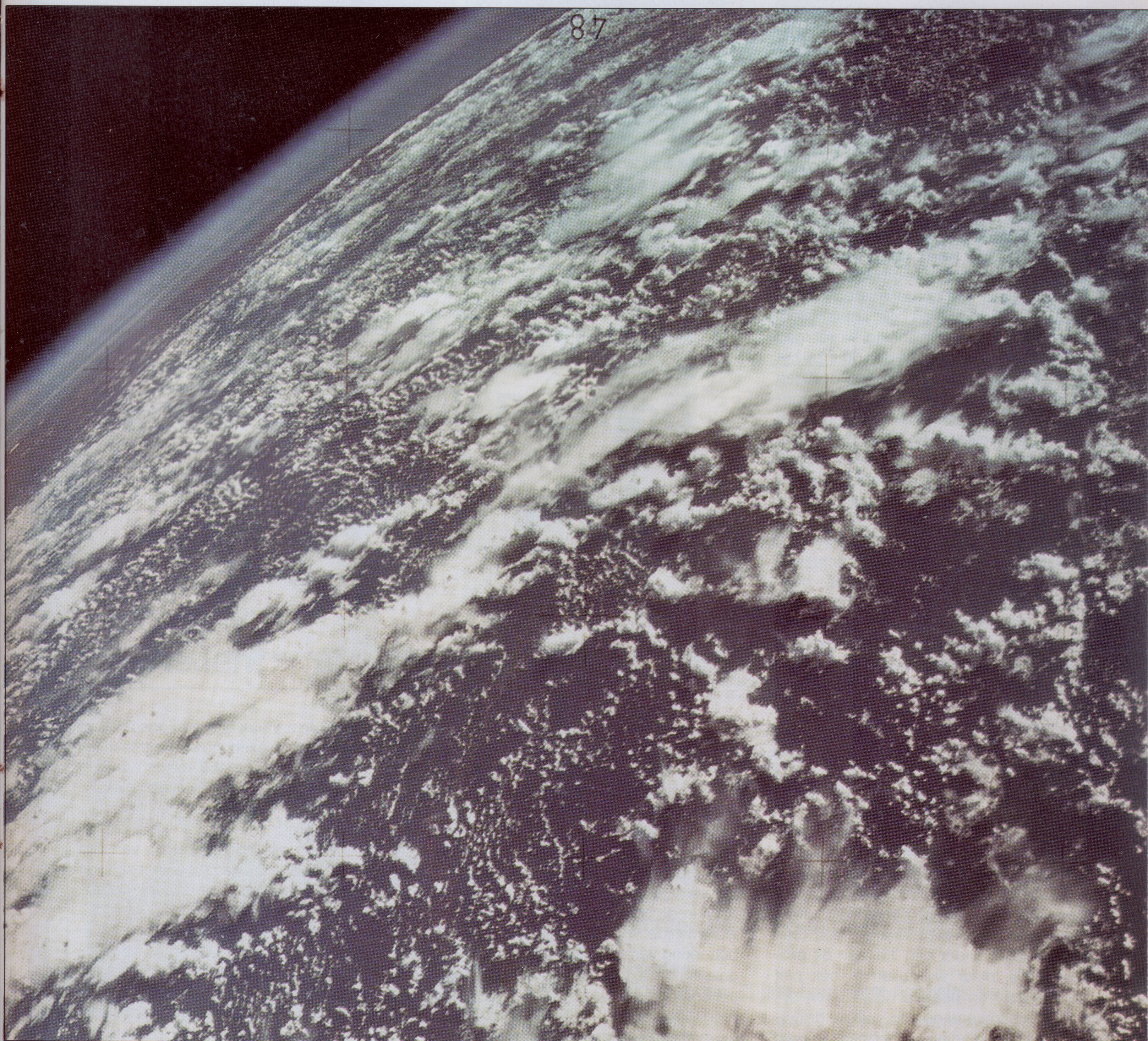
Het vernietigen van tropisch bos heeft dramatische vormen aangenomen. Afgelopen september fotografeerden Amerikaanse astronauten een gebied in Brazilië zo groot als Frankrijk, West-Duitsland en de Benelux bij elkaar dat door de rook van bosbranden volledig verduisterd was. Net onder het midden van de foto steekt een enorme rookpluim door de sluier van rook heen. Pas 900 kilometer verderop, boven de Andes, is de lucht weer helder. Foto NASA.

In het baanbrekend rapport "Zorgen voor morgen, nationale milieuverkenning 1985-2010", eind vorig jaar gepubliceerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) wordt een heel (slot)hoofdstuk gewijd aan de kosten en baten van milieumaatregelen. Daarin wordt aangegeven hoeveel de bestrijding van een groot aantal milieuproblemen gaat kosten, uitgesplitst naar de schaal waarop de problemen moeten worden aangepakt en naar de maatschappelijke instantie die het voortouw moet nemen (zie tabel 1).

## Miljarden

De uitvoering van milieumaatregelen die nu al genomen zijn om de kwaliteit van het milieu niet verder te laten verslechteren kost op dit moment ruim 7 miljard gulden per jaar. Dit bedrag zal oplopen naar ruim 16 miljard gulden per jaar in 2010. De stijging komt door de toenemende ernst van de problemen. Het RIVM-rapport noemt een aantal extra te nemen maatregelen, waardoor de kosten zullen stijgen tot 25 à 30 miljard gulden in 2010. Die extra maatregelen zijn nodig om werkelijke verbeteringen van het milieu tot stand te brengen. Hoewel dit enorme bedragen zijn, zullen bij de huidige economische groei in het eerste geval de milieukosten ten opzichte van wat we met zijn allen in Nederland

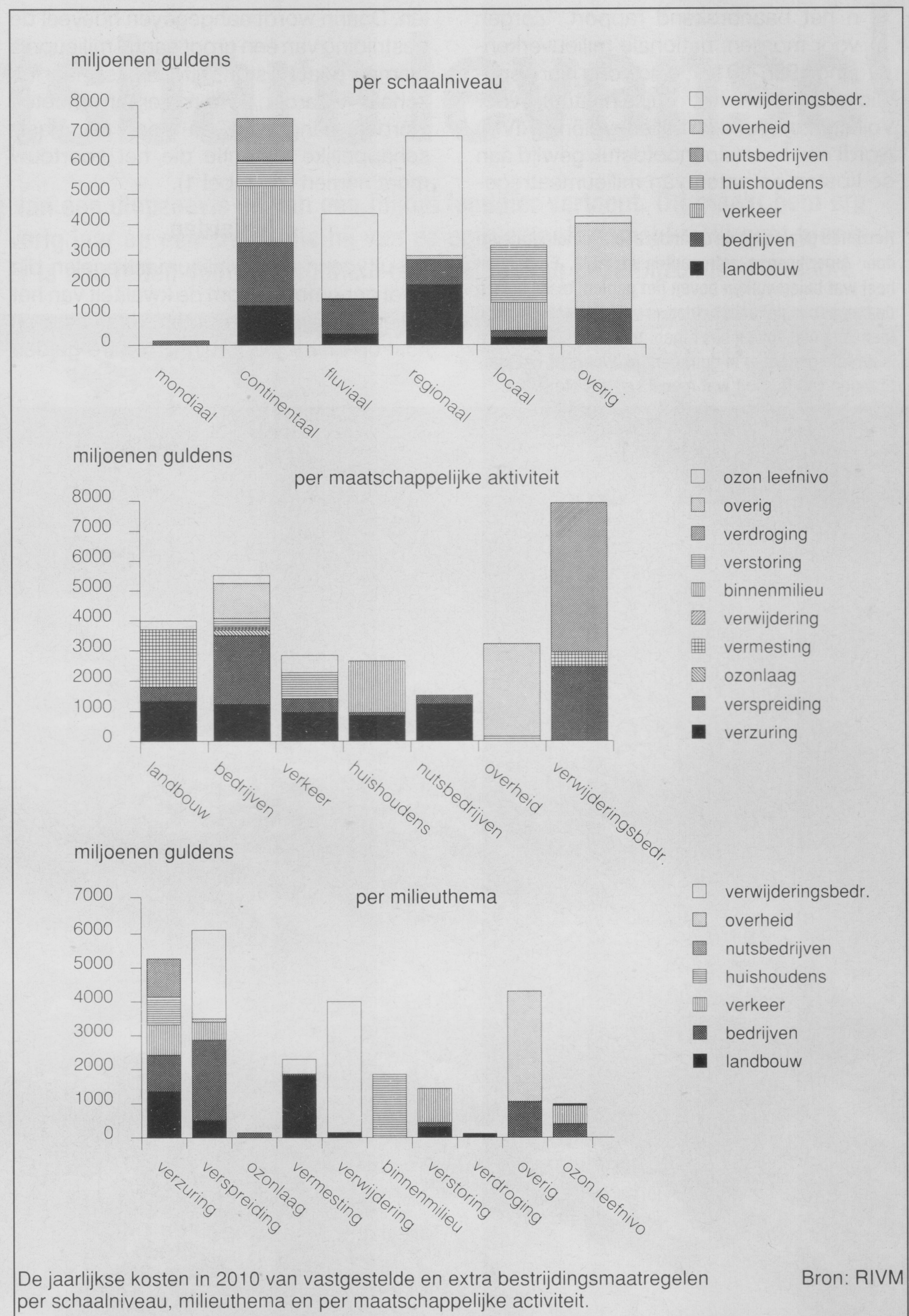
**Hetzelfde gebied als op de andere foto, gefotografeerd door Amerikaanse astronauten in 1973. Er hangen heel wat buienwolken boven het gebied, maar tussen de buien in is de lucht helder en vrij van rook. Er werd toen lang niet zoveel bos afgebrand als nu. Bovendien is de foto genomen in de regentijd, wanneer het platbranden van bossen wat moeilijker is. Foto NASA.**



verdienen, met 2% omlaag gaan, in het tweede geval met slechts 3 à 3,5% stijgen. Nadere studies zullen moeten aangeven wat de invloed op onze economie precies zal zijn, maar studies in het buitenland lijken erop te wijzen dat de nadelige invloed op de economie bij een internationale aanpak kleiner zal zijn dan de geleden schade. Met andere woorden, netto levert die aanpak voordeel op.

## Hulp van techniek

Het RIVM-rapport constateert dat in ons land bij de huidige maatregelen het meeste geld, namelijk 65% gestoken zal worden in zogenaamde aanvullende milieutechnieken (verbetering en uitbreiding van technieken die nu al toegepast worden). Het gaat hierbij om zaken als waterzuivering, afvalverwerking, terugdringen van de uitstoot van schadelijke gassen, opruimen van bodemverontreiniging. Aan effectgerichte maatregelen, bedoeld om acute problemen op te heffen, bijvoorbeeld het optreden van smog, wordt 15% besteed. De overige 20% wordt uitgetrokken voor verbeteringen van bijvoorbeeld procestechnologieën en produktietechnieken voor de terugwinning van materialen. Vooral aan die terugwinning wordt nog veel te weinig gedaan. Op den duur zal het gebruik van nieuwe produktieprocessen die helpen de afvalstromen zo klein mogelijk te houden, geweldige besparingen in grond- en hulpstoffen gaan opleveren. Bovendien kan Nederland op het gebied van milieutechnologie een leidende positie opbouwen die ons een nieuw exportartikel oplevert.
Ongeveer de helft van de milieukosten heeft betrekking op grensoverschrijdende milieuproblemen. De baten van deze maatregelen komen voor een groot deel in het buitenland terecht. Door internationale onderhandelingen zou moeten worden bereikt, zo stelt het rapport, dat gelijksoortige maatregelen in het buitenland worden genomen om de beoogde effecten in ons land te realiseren.



De jaarlijkse kosten in 2010 van vastgestelde en extra bestrijdingsmaatregelen per schaalniveau, milieuthema en per maatschappelijke activiteit. Bron: RIVM

## Voorbeelden van kosten

Hoewel vooral de bestrijding van milieuproblemen die zich beperken tot onze directe omgeving en ons leven van alle dag ons in de toekomst meer geld zal gaan kosten, hebben we ook last van problemen die zich op wereld schaal voordoen. Aan het tegengaan van het broeikaseffect kan Nederland alleen weinig doen (ons land draagt minder dan 1% aan dit probleem bij), maar we zullen er ook niet zoveel last van hebben. Ons dijken systeem is berekend op een - niet te grote - zeespiegelstijging en we hebben het geld om aan dijk- en kustonderhoud te doen. De aantasting van de ozonlaag is net zoiets. Toch is ons land gebaat bij een wereldwijd gezonde Aarde. Door onze nauwe betrokkenheid bij de internationale handel zullen we verstoringen van de wereldeconomie door grote milieurampen elders indirect toch merken.
Iets directer hebben we al te maken met ozon in de onderste luchtlagen. Daar zijn wereldwijde maatregelen nodig (sterke beperking van de uitstoot van een aantal gassen) om in ons land en heel Europa de concentraties omlaag te krijgen, zo stelt het RIVM-rapport. Uitvoerige maatregelen in alleen Europa helpen niet meer. Een wereldwijde aanpak is wel in ons belang, want nu al richt ozon in ons land jaarlijks voor naar schattting 460 miljoen gulden schade aan landbouw gewassen aan.

## Schoon water

Het zuiveren en schoon houden van ons oppervlakte- en drinkwater en het schoon houden van het grondwater heeft op termijn een zichtbaar financieel voordeel. Wanneer het oppervlaktewater weer voldoet aan de normen die de drinkwaterproducenten stellen voor de kwaliteit van het in te nemen water, dan besparen die producenten in 2010 jaarlijks zo'n 500 miljoen gulden aan bereidingskosten, (zie ook het

artikel over water).
Wanneer er minder schadelijke stoffen in het rivierslib terecht komen, kan het slib in de toekoemst weer gewoon op het land worden opgeslagen. Dat bespaart in 2010 bijna 200 miljoen gulden per jaar. Ook zal er dan meer water geschikt zijn voor recreatie en binnenvisserij. Hier staan weliswaar enige miljarden tegenover aan verbetering van zuiveringsinstallaties en -technieken, maar eens krijgen we toch de rekening gepresenteerd voor de vervuiling en die rekening zal alleen maar oplopen naarmate er langere tijd te weinig gedaan wordt.

### Landbouw

Eenzelfde verhaal geldt voor de vermesting en verontreiniging van de bodem. Ook hier zal de politiek moeten beslissen dat de rekening nu betaald moet worden. De grootste kostenpost is hier de landbouw. Zo importeert Nederland op dit moment voor 11 miljard gulden per jaar aan veevoer, voor een deel uit landen in de Derde Wereld. Met dit voer wordt vee gevoerderd dat voor een groot deel weer (als vlees) wordt uitgevoerd en hier een berg mest van jewelste achterlaat. Als alle in Nederland geproduceerde mest na aftrek van wat verantwoord op de akkers kan worden gedeponeerd in goederenwagons wordt geladen, levert dat elk jaar een goederentrein op van Utrecht naar Wladiwostok. Zo wordt uiteindelijk een stroom van "afvalstoffen" naar ons land toe in stand gehouden. Een typisch voorbeeld van een doorbroken kringloop. Bovendien worden de kosten van dit mestoverschot niet in mindering gebracht op het bedrag dat de verkoop van het vlees oplevert.
Cadmium is een zwaar metaal, dat onder andere wordt gebruikt voor het verkrijgen van duurzame felle kleuren in plastics, met name de kleuren rood, geel, oranje en groen, en verwerkt is in oplaadbare batterijen. Cadmium is niet-afbreekbaar en erg giftig omdat het in de nieren wordt opgeslagen en nauwelijks uitgescheiden. Het veroorzaakt danook op den duur beschadiging en dus slecht functioneren van de nieren. Door het storten van afval met cadmium erin, neemt het cadmiumgehalte van de bodem plaatselijk zo toe dat in de volgende eeuw bouwland en grasland plaatselijk verlaten zullen moeten worden omdat de produkten ervan direct gevaar voor de gezondheid opleveren. Dat kan toch niet de bedoeling zijn.

### Hinder en overlast

Problemen die in de toekomst steeds meer geld gaan kosten, zijn verder geluidhinder, stankoverlast, slechte luchtkwaliteit in de binnensteden en in huizen.
Dergelijke problemen leiden bijvoorbeeld tot een waardedaling van huizen in probleemgebieden. Een studie heeft bijvoorbeeld uitgewezen dat door geluidoverlast een huis 20 tot 40% in waarde kan dalen. Op dit moment zijn er maatregelen om ruim 5% van het Nederlandse woningbestand (bijna 350.000 huizen) te isoleren tegen geluidhinder van verkeer en bedrijven. Als nog eens 800.000 huizen aangepakt zouden worden, zou dat leiden tot een waardevermeerdering van huizen die kan oplopen tot 1 miljard gulden per jaar.

### Koopkracht

Tot slot berekent het RIVM-rapport wat de gevolgen van al bestaande en nog te nemen (gewenste) maatregelen zijn voor een aantal verschillende maatschappelijke groepen. De huishoudens vormen één van die groepen. Het rapport schat dat het milieu elk huishouden in 2010 3% extra van zijn koopkracht gaat kosten. Als alle milieukosten van bedrijven in de prijzen zouden worden doorberekend, dan kost dat nog eens 2% aan koopkracht. Huishoudens vormen het eindstation voor heel veel produkten en diensten; ze zijn daarom afhankelijk van de aard van die produkten en diensten. Daarom moeten er maatregelen van de (lokale) overheid komen om bijvoorbeeld afval gescheiden te kunnen aanleveren, om energiezuinig te kunnen verwarmen, om zuinig met water om te kunnen gaan (nu gebruikt elke Nederlander per dag 32 liter drinkwater om zijn toilet door te spoelen, ofwel bijna een kwart van zijn totale waterverbruik).
Producenten moeten zorgen voor milieuvriendelijker produkten, met bijvoorbeeld veel minder koper en kwik erin. Van veel huishoudelijke artikelen en apparaten is maar voor een deel bekend wat er bijvoorbeeld precies aan zware metalen in zit. De consument krijgt dan de rekening gepresenteerd voor een beleid dat nog veel te weinig gericht is op een verantwoord omgaan met onze leefomgeving.
Misschien moeten we in de nabije toekomst overgaan tot een systeem van duidelijk aangegeven heffingen op milieubelastende produkten. De vervuiler betaalt en weet waarom. Bovendien kunnen er prijsverschillen gaan optreden en wordt zo het kopen van milieubelastende produkten ontmoedigd en dat van milieu vriendelijke produkten aangemoedigd. ■

## Waterfilters

De kwaliteit van ons drinkwater gaat de laatste jaren steeds achteruit. De zuiveringsbedrijven kunnen de toenemende vervuiling eigenlijk niet meer aan. Bestaande zuiveringsmethoden blijken niet meer te voldoen. Het grootste probleem is dat er nog zo weinig bekend is over de eigenschappen van de stoffen die via industrie en landbouw in ons drinkwater terecht komen. Veel consumenten nemen daarom maar liever het zekere voor het onzekere en schaffen zelf een waterfilter aan. Meestal bevat zo'n waterfilter actief kool, een uitstekend middel dat echter al snel zijn werkzaamheid verliest. Bovendien kampen veel filters met bacteriegroei. Meer verfijnde apparaten werken op basis van het omgekeerde osmose principe. Deze (vrij dure) apparaten werken soms tè goed, omdat ze ook waardevolle mineralen zoals fluor en magnesium verwijderen. Andere nadelen zijn dat ze de smaak aantasten en dat bij de zuivering tweederde van het water verloren gaat.
Toch blijft de vraag naar betrouwbaar water groot. Veel mensen kopen daarom bronwater uit flessen. Dat is echter duur en heeft vaak een hoog zoutgehalte.
Sinds kort zijn er nieuwe filtersystemen op de markt, zoals bijvoorbeeld het Microlene waterfilter. Dit werkt ook met koolstof. Het koolstoffilter is echter geïmpregneerd met een zeer dun laagje zilver, wat de bacteriegroei tegengaat. De fabrikant garandeert gedurende drie jaar de bacteriostatische eigenschap van het filter.
Een ander systeem is de zgn. tweede kraan die Monica Verbeek op de markt brengt. Deze werkt met een door de ruimtevaart ontwikkelde membraantechniek die in het aanrechtkastje is ingebouwd en het water op biologische wijze zuivert. ■

Microlene systeem: 08370 - 16871
Fa. Verbeek systeem: 05921 - 43349

# Hart blijft zorgenkind

## De relatie tussen lichamelijke conditie en hartsterfte

In een Amerikaanse studie van ruim acht jaar werd het verband nagegaan tussen de lichamelijke conditie en de sterfte aan aandoeningen van de kransslagaderen (hartinfarct en acute hartdood). In de studie werden 4.276 mannen opgenomen. Personen met een reeds bestaande hartaandoening werden apart beoordeeld. De conditie werd vastgesteld met een inspanningstest op een lopende band, waarbij de hartfrequentie als maat voor de conditie diende.

Geconcludeerd kon worden dat een verminderde lichamelijke conditie samenging met een toegenomen kans op sterfte aan een aandoening van de kransslagaderen. Een statistische bewerking van de getallen, waarbij ook de leeftijd en de reeds bekende risicofactoren betrokken werden zoals hoge bloeddruk, verhoogd cholesterol en roken, toonde aan dat de lichamelijke conditie van de mannen onafhankelijk van andere factoren een rol speelt. Een verminderde lichamelijke conditie verhoogt de sterftekans door een hartaandoening.

Als verklaring wordt aangemerkt dat lichaamsbeweging minder neiging tot atherosclerose geeft, een verbeterde bloedsomloop van de hartspier en een verhoogde drempel voor ritmestoornissen van de hartkamer. Door training daalt de hartfrequentie en de bloeddruk in rust, terwijl bij inspanning de hartspier effectiever functioneert en meer zuurstof kan opnemen. Bovendien is er een verminderde neiging van bloedplaatjes om samen te klonteren. De atherosclerose wordt aldus vertraagd. Verder wordt nog opgemerkt dat flinke wandelingen en langzaam joggen reeds positieve effecten kunnen hebben. (A.Kn.N.) ■

## Het nut van cholesterolverlaging

Al geruime tijd is het duidelijk dat er risicofactoren zijn voor het ontstaan van aandoeningen van hart- en bloedvaten, zoals het hartinfarct en beroertes. De belangrijkste zijn: roken, hoge bloeddruk en een verhoogd cholesterolgehalte in het bloed. Men neemt aan dat deze factoren elkaar versterken in relatie tot het ziekmakende effect.

Vreemd genoeg is gebleken dat behandeling van de verhoogde bloeddruk wel de kans op een beroerte verminderde, maar weinig effect bleek te hebben op de aandoening van de kransslagaderen met als gevolg het hartinfarct. Men kwam tot de hypothese dat indien de patiënt tevens leed aan een verhoogd cholesterolgehalte in het bloed verlaging van de bloeddruk weinig effect op het hart had.

In de afgelopen 10 jaar zijn inmiddels vele studies gedaan om het het effect van cholesterolverlaging in relatie tot deze aandoeningen duidelijk te maken. Deze studies noemt men cholesterol-interventie studies. In 5 van de 6 studies werd het cholesterol verlaagd met tussen de 9 en 16%. Het gunstige resultaat op het risico van een hartinfarct was zonder meer duidelijk. Men heeft berekend dat 1% verlaging van het cholesterol een risico vermindering van 2% voor het ontstaan van een hartinfarct betekende (Lipid Research Clinics). Een Finse studie toonde aan dat 10% daling van het cholesterol gepaard ging met een afname van 34% wat betreft de ziekte van de kransslagaderen. Deze gunstige effecten waren gekoppeld aan een toename van 11% van het HDL-cholesterol: het "goede" cholesterol. Deze cholesterolfractie is relatief gering t.o.v. het totale vetspectrum in het bloed en heeft geen nadelig effect op de bloedvaten.

Al met al wordt het steeds meer duidelijk dat afname van cholesterol (totaal) en vooral toename van het gunstige HDL-cholesterol positief kan werken op een van onze volksvijanden: het hartinfarct. Leidse studies hebben bovengenoemd effect zelfs aangetoond door angiografische methoden. Men maakt dan contrastfoto's van de kransslagaderen na catheterisatie.

Geconcludeerd mag worden dat atherosclerose gekoppeld is aan het (totale) cholesterolgehalte in het bloed. Hoe meer cholesterol hoe groter de kans op een aandoening van de kransslagaderen zoals het hartinfarct. Tevens kan men stellen dat het nuttig zou kunnen zijn om in principe bij alle patiënten die behandeld worden voor een verhoogde bloeddruk het vetspectrum (het totale cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceriden) te bepalen. Een advies om het roken te staken is m.i. onontkoombaar! (A.Kn.N.) ■

## Bloedplaatjes klonteren 's morgens het sterkst

Het is een bekend statistisch gegeven dat hartinfarcten en de acute hartdood vooral 's morgens vroeg optreden. Duidelijk is geworden dat het ontstaan van trombose, dus de vorming van stolsels in de kransslagaderen van het hart, een essentiële rol speelt in dit proces.

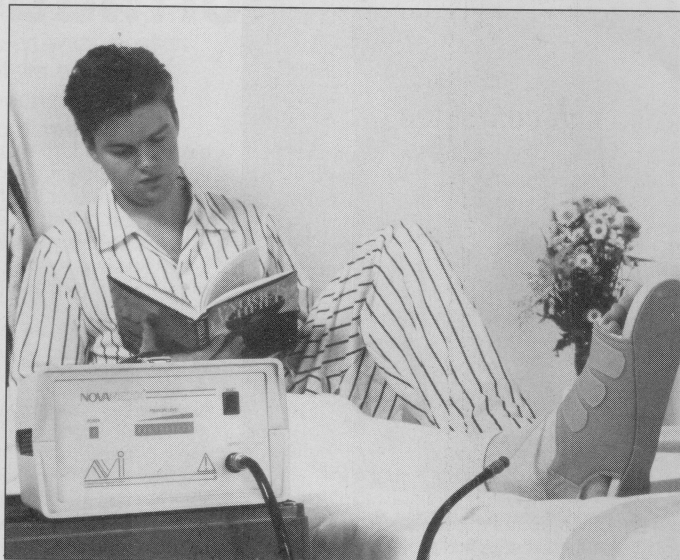
Bloedplaatjes, ofwel trombocyten, verantwoordelijk voor dit gebeuren, blijken in de loop van de dag in wisselende mate de neiging tot klonteren te bezitten. Bij verschillende onderzoeken is aangetoond dat bij overigens gezonde proefpersonen de klontering het sterkst is tussen 06.00 uur en 09.00 uur ('s morgens dus). Het resultaat was onafhankelijk van het feit of de proefpersonen in bed verbleven of niet. Men neemt derhalve aan dat de klonteringsneiging verband houdt met de beginnende lichamelijke activiteit in de morgen. De vaststelling dat de verhoogde kans op een hartinfarct of acute hartdood vooral in de vroege morgen optreedt en de verhoogde klonteringsneiging van de bloedplaatjes in dezelfde periode geeft slechts een mogelijk verband aan. Een wetenschappelijk oorzakelijk verband is hiermee niet bewezen. (A.Kn.N.) ■

## Het "economy class" syndroom

In dit tijdperk van massatoerisme en enorme toename van het vliegverkeer doen zich onverwachte medische problemen voor. Recent werd in toenemende mate, ook bij tevoren gezonde personen, diepe trombose in de aderen, met als gevaarlijk risico de longembolie, waargenomen. Deze aandoening werd vooral gezien na langdurige vluchten. De medische dienst van London Heathrow Airport meldde dat van de 61 acute dood gevallen er 20% veroorzaakt werden door een longombolie.

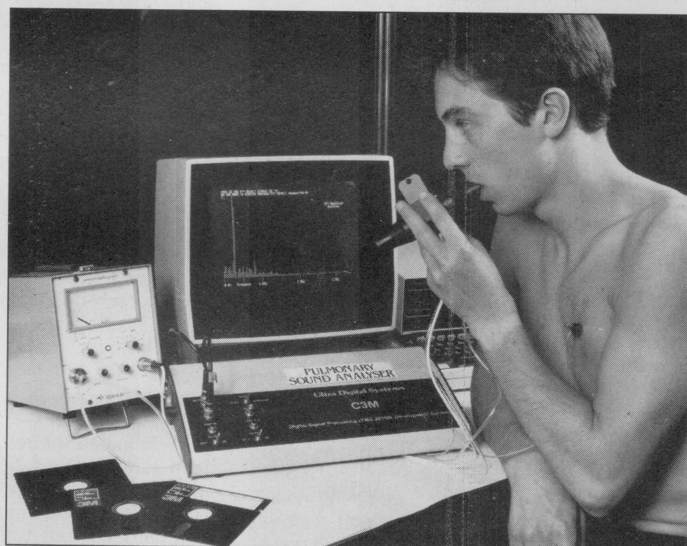
Een belangrijke factor bij het ontstaan is het zitten in een vliegtuig, gefixeerd in een verkrampte houding gedurende vele uren. Dit leidt tot vertraagde bloedsomloop in de beenaderen. Bijkomende factoren zijn roken, waardoor het bloed "dikker" wordt en een sterk alcoholgebruik met als gevolg uitdroging. Uitdroging wordt eveneens in de hand gewerkt door de lage vochtigheidsgraad in de cabine. Een extra risico hebben passagiers met reeds be-

## Met hart en zool



Het bloed dat door het hart het lichaam in wordt gepompt, moet op een of andere manier ook weer terug naar het hart. Hoe eigenlijk? De Britse artsen Roger Fox en Michael Gardner bedachten dat het indeuken en weer terugveren van de voetzool een pompmechanisme is, dat ervoor zorgt dat het bloed sneller terug omhoog stroomt. Zo komt het dat patiënten die na een operatie of ziekte weer gauw gaan lopen, door de betere terugstroming van het bloed vaak sneller herstellen dan patiënten die in bed blijven.
Helaas kunnen niet alle patiënten weer snel op hun benen staan. Daarom ontwikkelden Fox en Gardner samen met het bedrijf Novamedix een apparaatje dat het lopen nabootst. Patiënten wier voeten hun gewicht niet kunnen dragen of die om andere redenen het bed moeten houden, krijgen een pulserende zool onder de voet. Die stimuleert de stroming van het bloed in de benen. De pulserende zool werkt met luchtdruk, als een kussen dat telkens wordt opgeblazen en dan weer leegloopt. Het ademende kussen wordt niet alleen toegepast bij patiënten die herstellen van botbreuken; het is ook van nut bij doorbloedingsstoringen in het been. Bij deze toepassing ontbreken de bijwerkingen zoals gewone medicijnen die geven.(W.v.T.)
Meer informatie over het Arterial Venous Impulse System kunt u krijgen bij Novamedix Limited, Viscount Court, Southway, Walworth, Andover, Hampshire, SP10 5NW Engeland, telefoon 09-44 264 334 212.
Foto: London Pictures Service.

## Intelligente stethoscoop




Met een stethoscoop kan een dokter luisteren naar de ademhaling van een patiënt. Een dokter kan dat alleen af en toe doen. Wanneer een patiënt doorlopend in de gaten gehouden moet worden, dan is de nieuwe Pulmonary Sound Analyser (PSA) de oplossing.
Dit apparaat registreert het ademhalingsgeluid van de patiënt en houdt gelijktijdig in de gaten, hoe dat geluid precies is samengesteld. Uit die samenstelling kan het afleiden, of er misschien een verontrustend gepiep of geruis aanwezig is, en dan alarm slaan. Via eenvoudige aanpassingen is de geluidsanalysator bruikbaar te maken voor heel andere toepassingen, ook buiten de geneeskunde. Men kan automatisch motoren bewaken en het zogeheten kloppen signaleren. Allerlei kleine veranderingen in het geluid van industriële machines kunnen omgezet worden in meldingen voor een regelkamer. Het geluid van kunstmatig opgewekte aardbevingen kan ontleed worden, waardoor men snel informatie kan vergaren over de opbouw van de ondergrond. Tenslotte zou op deze manier spraak kunnen worden opgenomen en bewerkt voor gecodeerde verzending over een telefoonlijn.(W.v.T.)
De Pulmonary Sound Analyser is ontwikkeld door Dr. J. L. Moruzzi, Department of Electrical Engineering and Electronics, University of Liverpool, P.O. Box 147, Liverpool, L69 3BX, Engeland, telefoon 09-44 51 794 2000.
Foto: London Pictures Service.

---

staande aandoeningen zoals vaatafwijkingen, hartfalen en nierfunctiestoornissen.
Bij veel passagiers met stagnerende bloeddoorstroming in de beenaderen uit dit probleem zich in dikke voeten, zodat de schoenen niet meer aan kunnen. Indien de trombose zich ontwikkelt kan pijn in de kuiten opgemerkt worden. Soms is de trombose al duidelijk bij het uitstappen, maar vaak pas na enkele dagen. Zelfs zijn gevallen bekend na een interval van 1-2 weken.
Sport en andere inspanningen kunnen de trombus losmaken van de wand in de beenader, zodat lomgembolie kan optreden. De leeftijden van de beschreven patiënten waren tussen 31 en 79 jaar. De symptomen van een longembolie zijn: acute pijn in de borst vast aan de ademhaling, hoesten, en soms bloederig slijm. Na de acute maatregelen (opname in het ziekenhuis) zal de patiënt 3-6 maanden antistollingsmiddelen (Sintrom of Marcoumar) moeten gebruiken.
Preventieve maatregelen worden na herkenning van dit probleem eveneens geadviseerd: niet roken tijdens de vlucht, geen alcohol maar wel voldoende vochtinname van niet-alcoholische dranken, zitplaatsen met een mogelijkheid te kunnen staan of wat te lopen en het bewegen van de benen tijdens de lange zit-vlucht. Bij personen met een verhoogd risico zou men zelfs een lage dosis asperine kunnen overwegen om de neiging tot klonteren te verminderen. (A.Kn.N.) ■

# Informatica nieuws

D. VOS

## Sprekende computer

SEFER heeft een kaart ontwikkeld voor de IBM XT waarmee derden via het telefoonnet kunnen praten. Het herkennen van de woorden gebeurt direct ("real-time") door de hoge rekensnelheid van een speciale processor "aan boord". Het woordbestand bedraagt 50 tot 100 woorden. De informatie is opgeslagen in de vorm van een boomstructuur met bij elke splitsing twee of drie keuzen. Het laatste is dan een kwestie van software.
Een dergelijke keuze zal in een aantal gevallen voldoen. In veel gevallen echter zal degene aan de andere kant van de lijn niet het geduld hebben om steeds maar vragen van de computer te beantwoorden. De telefoonabonnee zal liever een enkele vraag willen stellen, of informatie afgeven. De computer moet dan de ontbrekende informatie met een enkele, of hoogstens een paar vragen inwinnen, en al snel antwoorden.
Een bekend mislukt computersysteem met informatie in een boomstructuur is dat van VNU Nieuwe Media, dat een tijd lang op de Amsterdamse kabel was. De abonnee kon met een digitaal telefoontoestel opbellen, en kreeg dan op zijn TV toestel een videotex pagina. Met de druktoetsen op zijn telefoon kon hij kiezen uit de opties (genummerd van 0 tot 9) op het scherm. Zo'n boomstructuur om informatie te zoeken, duurt de abonnee echter te lang. Weliswaar werden nog zoekmogelijkheden in het systeem ingebouwd op 16 trefwoorden tegelijk, maar je kunt nu eenmaal met een digitaal toestel geen vragen stellen of letters en woorden aan een computer doorgeven. Vandaar dat het Nieuwe Media project is opgeheven.
Wellicht was de SEFER kaart iets geweest. In principe kan een dergelijke kaart veel meer woorden aan, al zal daarvoor nog meer research gepleegd moeten worden. In de toekomst mogen we ook verwachten dat kaarten duizenden woorden kunnen herkennen , wat voldoende woordenschat is voor de gemiddelde Nederlander.
Opkomend probleem daarbij is het volgende: de meeste computersystemen zijn tegenwoordig menugestuurd, en/of grafisch gestuurd (denk aan de MacIntosh-achtige interface met "ikonen" of wel plaatjes waar U met een "muis" uit kunt kiezen). Als U dit alles heeft aangeschaft kunnen de fabrikanten weer brood gaan verdienen door U "woordgestuurde" programmatuur te verkopen, die U met een kaart als boven (heel misschien) kunt aansturen en die tegen U terugpraat en kommentaar levert (zoals de TV-auto van Knight Rider).
Ergens in 1989 komt SEFER ook met een kaart waarmee gesproken commando's aan processen ("robot-achtige systemen") gegeven kunnen worden. Voor meer informatie 020-254736.

## Schootcomputers bekennen kleur

Toshiba annonceert twee kleuren "laptopjes". Een laptop is een schootcomputer (U weet wel, zo een die in een aktetas past). U mag ze ook "laptoppen" noemen want de prijs liegt er voorlopig niet om, rondom de f 18.000,-. Daarvoor heeft U dan wel goede kleuren, zo te zien. Het is natuurlijk nooit duidelijk of de kleuren goed zijn weergegeven (uw redacteur heeft er op zijn salaris nog geen van dichtbij kunnen bewonderen), maar al zijn ze maar half zo mooi, het zijn echte kleuren. In Amerika is het overigens verboden in een foto van een computer overdreven mooie beelschermen in te drukken, of een andere computer weer te geven dan in de tekst wordt beschreven. Vandaar dat de foto van Toshiba op prijs gesteld wordt. Andere leveranciers zijn als razenden bezig even grote en nog mooiere platte kleurenbeeldschermen te ontwikkelen.

## WordPerfect 5.0

Nagekomen bericht van LogicSoft in Amsterdam op een daar gedeponeerde vraag (de correcte berichtgeving van Logicsoft lijkt beter dan die van WordPerfect zelf). De kaders (lijnen) om een afbeelding in WordPerfect 5.0 kunnen weliswaar niet van het scherm gehaald worden, maar kunnen wel bij het afdrukken worden weggelaten. Het enige nadeel blijft dan, dat je op het scherm niet helemaal precies kunt beoordelen hoe de afdruk wordt.

## Prijsdaling

Als U niet elke maand een laptop kunt kopen van f 18.000,-, is er goed nieuws. Door het verschijnen van nieuwe laptop modellen gaan de prijzen van de bestaande laptops omlaag. Voor f 3.995,- excl. btw heeft U al een laptop PC met 20 Mb harddisk, backlit (van achteren belicht scherm) en ingebouwde accu (020-461511). Het enige wat daarin nog ontbreekt (naast het kleurenscherm natuurlijk) is een vrij slot, zodat U er later nog een MIDI kaart in kunt steken of zo. Het is de garantie dat U de computer nooit meer hoeft weg te gooien, omdat U hem later altijd in een netwerk (met netwerkkaart) kunt (laten) gebruiken. Het dichtstbijkomende en redelijkst geprijsde model daarvan (PC AT) is de Flyer II, die zelfs twee slots heeft en niet meer zo kolossaal is als de Flyer I.

## Kleine laptops

Wat dit laatste betreft verschijnen er geregeld hele lichte laptops op de markt, bijvoorbeeld die van NEC (de Ultralite) en van Atari. Die van NEC is 3,2 cm dik, heeft een V30 processor, en een harddisk van 1 of 2 Mb (te weinig). Standaard software komt op een ROM "credit card" (niet standaard dus). Er lijken wel goede communicatiemogelijkheden te zijn. De PC werkt 2 uur.
De tweede laptop is van Atari (PC Folio), heeft slechts 8 regels van 40 tekens op het scherm (wel heel erg klein), maar is dan ook erg goedkoop (onder de f 1.000,-). Het geheugen (intern en extern) is wat aan de marginale kant, de laptop moet dan ook voornamelijk via datacom bestanden uitwisselen met een grotere PC.

## Bescherming van auteursrecht

Het is hinderlijk om te zien hoe in de computerindustrie gestolen wordt, doordat programmatuur eenvoudig wordt nageschreven. Zo is er een produktiebesturingspakket dat eenvoudig in een andere computertaal is nageschreven aan de hand van een reeds bestaand pakket. Elke "up-date" van het reeds bestaande pakket wordt onmiddellijk verwerkt in het nageschreven pakket. We zullen hier weer geen namen noemen. Wel stellen we voor de Auteurswet eenvoudig ook te laten gelden voor computerprogrammatuur.
Het copiëren van computerprogrammatuur is natuurlijk zo mogelijk nog illegaler dan het naschrijven ervan. Het bedrijf CTL biedt er voor 50 pond sterling een oplossing voor: de "dongle". Een dongle is een klein kastje dat past op de seriële poort van de computer. Het beschermde computerprogramma stuurt geregeld een signaal (getal) naar de dongle; als het getal past bij het in de dongle ingeprogrammeerde getal, stuurt de dongle een bevestiging terug. Zonder bevestiging stopt het programma: de programmeversie en de dongle passen niet bij elkaar, het gaat kennelijk om een illegale copie. Zoals alle manieren van beveiliging tegen copiëren heeft ook deze manier nadelen: twijfel of de klant de beveiliging accepteert, of toch liever een ander pakket koopt.

## Full text retrieval

De voor- en nadelen van full text retrieval pakketten zijn al eerder aan de orde gekomen. Het gaat om programmatuur waarmee U kunt zoeken in teksten op woordcombinaties. Zoals woord1 EN woord2 OF woord3 EN NIET woord4.
Een nadeel van een programma als TEXTBANK is dat aan de indexering ook nog een mogelijkheid verbonden is database velden te vullen (met bijvoorbeeld adressen of boektitels e.d.). TEXTBANK (overigens uitstekend) wordt hierdoor te zwaar en te groot (vergt precies 640k); bovendien zijn er veel betere database programma's op de markt.
ZyIndex heeft deze nadelen niet: het beperkt zich uitsluitend tot indexering van woorden. Het opzetten van de te indexeren bestanden is niet ingewikkeld. ZyIndex werkt op floppy en op hard disk, en de indexering kan vanuit MSDOS aangeroepen worden, is gemakkelijk te installeren en te gebruiken, en kost van $ 95,-- tot $ 695,-- afhankelijk van het maximaal aantal te indexeren bestanden. Bel Logicsoft in Amsterdam, of ACM (020-5753021).

## Frequentieverdubbeling

In een Japans MITI projekt is ontdekt dat op bepaalde materialen, zoals lithium-niobaat, gestraald intens laserlicht in frequentie verdubbelt, zonder dat bekend is waarom. Verder onderzoek richt zich op de verklaring en commercialisatie van het verschijnsel. Andere niet-lineaire optische verschijnselen zijn: versterking, en variabele breking (in een vlakke plaat!). Zie afbeelding. Bron: Technieuws van het Ministerie van EZ.

## TRON lokt ruzie uit

Als U ooit van MSDOS een "back-up" gemaakt heeft, kent U de aantrekkingskracht die zou uitgaan van een gratis besturingsprogramma, zeker op Nederlanders. Een dergelijk gratis besturingsprogramma is TRON, ontworpen door professor Sakamura. Voor TRON worden momenteel een aantal toepassingen geschreven, waarna het stormachtig de wereld moet veroveren. TRON blijft weliswaar gratis, maar er horen nieuwe chips, computers en programma's bij die uiteraard niet gratis zijn. Wel is TRON vele malen beter dan wat we al hebben.

Zo bestaat er een TRON versie voor kleine chips in apparaten, voor robots, en voor administratieve computers, die vervolgens allemaal met elkaar kunnen praten. Voorbeeld hiervan is het intelligente TRON gebouw (een soort gebouw van de toekomst dat $ 35 miljoen gekost heeft en meer dan 10.000 computersystemen en systeempjes bevat).
De Verenigde Staten en Japan maken nu al ruzie of de Japanse staat TRON niet ten onrechte bevoordeelt bij haar keuze van de computer voor het Japanse onderwijs. Wereldwijde acceptatie van TRON (en het is tenslotte gratis) zou MSDOS, UNIX en andere besturingssystemen van de markt drukken. Bron: Asahi Evening News en Mainichi Daily News, mei 1989.
Nu is het vrijwel onmogelijk om de bestaande massa aan hard en software weg te drukken, maar een universeler en gratis besturingssysteem, dat compatible zou zijn met MSDOS en UNIX zou TRON een halt kunnen toeroepen. Het Westen is nog bezig een adequaat antwoord te formuleren op de "object handling" mogelijkheden van TRON: zaken zoals teksten, muziek, geluiden, beelden, robots kunnen onder TRON op soortgelijke wijze behandeld worden. Verder moeten computersystemen op een en dezelfde manier met elkaar kunnen interfacen.

## Grafische mogelijkheden onder dBase

dGE is een pakket waarmee aan dBase, Clipper, Foxbase e.d. grafische mogelijkheden toegevoegd kunnen worden. Voor f 595,- excl. btw maakt U standaard "pie charts" en staafdiagrammen etc. Informatie op 071-170401.
Voor FoxBase is hier overigens ook het FoxGraph pakket beschikbaar, waarmee U o.a. twee en drie-dimensionale grafieken kunt maken. Zie Logicsoft Amsterdam.

## Interessante diskettes

Elsevier brengt verschillende interessante diskettes op de markt, zoals een Jaarverslagen analyse programma, een Subsidie analyse programma, een diskette voor het waarderen van Opties, en een voor analyse van uw Aandelenportefeuille. De prijzen variëren van f 125,- tot f 160,-. Inlichtingen op 020-202021.
Een opmerking: hoe aantrekkelijk dergelijke programma's ook zijn (vooral als middel om basiskennis te verspreiden), toch is uw redakteur nog nooit een beursanalyse programma tegengekomen waar in zat wat hij er precies in zocht. Het "customizable" (aanpasbare) beursprogramma moet nog worden bedacht.

## PCYACC

Als U zelf een computertaal wilt maken is er goed nieuws: de YACC compiler (bekend onder UNIX) is er nu ook op de PC. Een schitterend pakket. Als ondernemers het bestaan ervan kenden, en het konden begrijpen, lieten ze hun eigen bedrijfsgerichte computertaal ermee schrijven. Abraxas. Portland, USA (09-503-244-5253).

## Structurele analyse

Structurele analyse is een manier om informatiestromen en bewerkingen in een onderneming te analyseren. Vragen zoals: waar komt de informatie vandaan, waar gaat deze naar toe, en wat gebeurt er mee op welke punten komen in een structurele analyse aan de orde. O.a. DeMarco heeft er een boek over geschreven; de methode van DeMarco wordt grotendeels gevolgd door Yourdon Consultants (Engeland). Yourdon heeft er nu een CASE tool voor geschreven (een onnodig duur woord voor een doodgewoon hulpprogramma) met grafische weergave op UNIX werkstations. Telefoon (Engeland) 01-637 2182.

## Hewlett-Packard

Op 13 juni j.l. organiseerde Hewlett-Packard Nederland (HP) (U weet wel, het bedrijf dat niet eeuwig bescheiden kan blijven) een "HP informatie dag". Prijsdalingen van 25% op de hardware dwingen deze fabrikant van minicomputers veel meer aandacht te besteden aan de ontwikkeling van software. HP wil zich profileren als leverancier van informatiesystemen voor ondernemingen en andere organisaties. In de prijs/prestatie springt HP er vergeleken met andere hardware leveranciers gunstig uit. De naamsbekendheid is door de campagne "We kunnen niet altijd bescheiden blijven" flink toegenomen. De komende software van HP heet "New Wave", en ziet er indrukwekkend uit. In een promotiefilmpje van HP ziet men hoe een farmaceutische industrie een concurrentieslag levert met een andere chemische gigant.
De beschikbaarheid van informatie geeft daarbij de doorslag. We zien een vertegenwoordiger vanuit zijn hotelkamer in Japan terugbellen naar kantoor met behulp van zijn laptop. Hij kan tegen zijn schootcomputer praten en die praat ook terug (middels een pratend figuurtje links boven op het scherm). Op de schootcomputer beweegt een videobeeld van zijn secretaresse thuis op kantoor in Amerika. Die heeft op haar computer een spreadsheet en een grafische afbeelding, die ze in een paar seconden tijd overzendt naar Japan waar hij links onder op de computer verschijnt. Het behoeft weinig betoog dat het bedrijf dat gebruik maak van HP de concurrentieslag wint. Wat er gebeurt als beide concurrenten gebruik maken van HP informatiesystemen vermeldt het filmpje niet. De beschikbaarheid van informatie geeft in ondernemingen echter inderdaad de doorslag, en HP lijkt hiermee als computerleverancier opnieuw de correcte strategie bepaald te hebben voor de jaren 90.

## De ATW

Dan opnieuw de ATW van Atari. Een snelle computer met parallel werkende processoren. Met een enkele T800 processor is de ATW al 13 maal zo snel als een 80286 AT. De ATW is uitgevoerd als Tower model. Tot aan de annoncering heette de ATW "Abaq", als zodanig rommelde het al enige tijd en ging het gerucht dat Atari "bezig was met een goedkoop Unix systeem". Dat het een dergelijke prijs/prestatie zou worden als de ATW voorstelt, heeft echter niemand vermoed. Het besturingssysteem Helios (een UNIX variant) gebruikt de grafische interface X-Windows (MacIntosh-achtig). Persoonlijk houd ik niet van muizen en ikonen - het enige nadeel mijns inziens van de ATW.) Een heel Atari Mega ST systeem dient als I/O processor, deze handelt de communicatie af via het toetsenbord, de muis en de diskdrive. uitgerust met een 40 Mb harde schijf, kan echter uitgebreid worden met bijvoorbeeld een Maxtor XT-4170S drive van 160 Mb, of de door Maxtor geannonceerde 1000 Mb wisbare optische schijf. Het unieke van het Helios Unixachtige besturingssysteem is dat het de parellelle processoren over een heel netwerk van aan elkaar gekoppelde ATWs ondersteunt. Unix programma's kunnen redelijk eenvoudig naar Helios overgezet worden.

## Chip alweer sneller

De nieuwste één-megabit DRAM (Dynamic Random Access Memory) chip van IBM mag zich de snelste noemen in zijn soort. De chip is maar liefst drie keer zo snel als chips van de huidige generatie en kan snelheden bereiken welke die van de duurdere SRAM benaderen (Static Random Access Memory). Hij zal ervoor zorgen dat de wachttoestanden voor de toegang tot het geheugen in systemen een stuk korter worden. Dit betekent naast tijdwinst natuurlijk ook minder kosten aan computertijd.
De chip bestaat uit twee lagen polykristallijn silicium (kleine samengevoegde siliciumkristallen) en twee lagen metaal (zie foto). De gegolfde laag is de eerste laag van de aluminiumverbindingen, met vlak daarboven de isolator. De grote structuren op die isolator vormen de tweede verbindingenlaag. Deze samenstelling maakt de hogere snelheid mogelijk. Het gebruik van polykristallijn silicium-lagen (onder de onderste metalen verbindingenlaag) maakt de hoge dichtheid mogelijk. Behalve sneller werken de circuits veel "koeler" dan bij andere technieken.

## Koude handen

Weer zo'n berichtje tussen het computernieuws. Tijdens de recente begrafenis van keizer Hirohito kregen de bezoekers een klein bruin-oranje zakje mee, verpakt in plastic. Werd het plastic geopend dan kwam het zakje op temperatuur (ongeveer 50 graden C.), lekker warm voor koude handen. Het zakje bevatte een ijzerverbinding die in een paar uur tijd geheel oxydeerde onder het vrijkomen van warmte. Voor zover ons bekend heeft de begrafenis niet tot verhoogde export geleid.

## Elektrisch glas

Al enkele jaren verkoopt Edmund Scientific in New Jersey, USA, kleine stukjes glas voor hobbydoeleinden die onder (een redelijk lage gelijk-)spanning (geheel of gedeeltelijk) ondoorzichtig worden.
Japanse fabrikanten zijn begonnen dit "variabele glas" op groter schaal te fabriceren. Het glas vergt een wisselspanning van 100 Volt aan weerszijden van de glaslaag. Wilt U meer informatie dan kunt U naar vier Japanse bedrijven telexen (Asahi 24616, Nippon 05227443, Central Glass 26644, Nitto Denko 05332339).

## Adverteren onder videotex

Infodatext is een databank in Venlo die artikelen van Mens & Wetenschap met toestemming overneemt. Door toezending van een computeruitdraai aan de redacteur wordt getracht Mens & Wetenschap te bewegen op groter schaal de databank commercieel te benutten. Uw redacteur is gelukkig niet ijdeler dan de gemiddelde mens, en plaatst grote vraagtekens bij de effectiviteit van een dergelijk medium. Denk ook aan de opheffing van de Nieuwe Media databank.
Viditel is alleen interessant bij de eerste verschijning van een adverteerder. Dan kunnen tot 5.000 aanvragen om informatie binnenstromen, daarna sterft de respons uit. Voor wie het typische Viditel publiek wil bereiken (bijvoorbeeld voor de verkoop van modems) liggen de kansen natuurlijk aanzienlijk beter.
Voor zover ons bekend is er nog geen goed marktonderzoek verricht naar de kostprijs per bereikte consument van het verschijnsel databank, ook niet als de databank locale kabelkranten van informatie voorziet.

# Terug in de tijd via de Maan

**Bestudering van maanstenen en kraters op de Maan levert informatie over de vroegste geschiedenis van de Aarde. De nieuwste gegevens maken het waarschijnlijk dat de Maan, zoals ook vroeger al wel gedacht, ontstaan is uit de Aarde.**

DR. J. VAN DIGGELEN

Ouderdomsbepalingen van maanstenen vormen een welkome aanvulling op de studie van de oudste gesteenten van onze Aarde. Weliswaar blijken veel maanstenen, vooral de breksies, ouder dan de oudste ons bekende aardse gesteenten, maar niettemin gaan ze zelden verder terug dan ongeveer 4,2 miljard jaar. Dat is buitengewoon jammer, want juist uit de tijd daarvoor zouden we meer willen weten, om door te dringen in de vragen die samenhangen met het ontstaan van onze planeet. Toch zijn er op de Maan behalve in het gesteente ook wel op een andere manier aanwijzingen over die oertijd te vinden.

## De Proto-Aarde

De vroegste periode van de geologische geschiedenis, 4600 tot 3900 miljoen jaar geleden, is het tijdperk van de Proto-Aarde. De geologie dankt veel aan James Hutton, die als één van de eersten de betekenis inzag van de onmetelijk lange tijden, waarin de aardkorst is opgebouwd en afgebroken. In plaats van catastrofetheorieën werden nieuwe denkbeelden algemeen aanvaard, die hun hoogtepunt vonden in de opvattingen van Charles Lyell, dat de geologische processen die nu nog werkzaam zijn ook in het verleden op gelijke wijze en in gelijke mate gewerkt hebben. Deze traditionele benadering is echter voor de Proto-Aarde moeilijk vol te houden. In zijn beginfase, 4600 miljoen jaar geleden, zag de Aarde er ongetwijfeld heel anders uit dan nu en onze planeet is niet vanuit zijn beginfase in korte tijd zo maar ontwikkeld tot zijn huidige vorm. Die ontwikkeling heeft een zeer lange tijd in beslag genomen.

De oudste gesteenten van de Aarde die men kent, zijn 3,75 miljard jaar oud en er zijn dus geen gesteenten uit het tijdvak van de Proto-Aarde over. Waarschijnlijk is ook het leven ongeveer omstreeks die tijd

De beroemde Arizona-krater in de Verenigde Staten is één van de weinige nu nog goed zichtbare aardse inslagkraters. Vele andere zijn door de erosie weggewist. Foto J. van Diggelen.



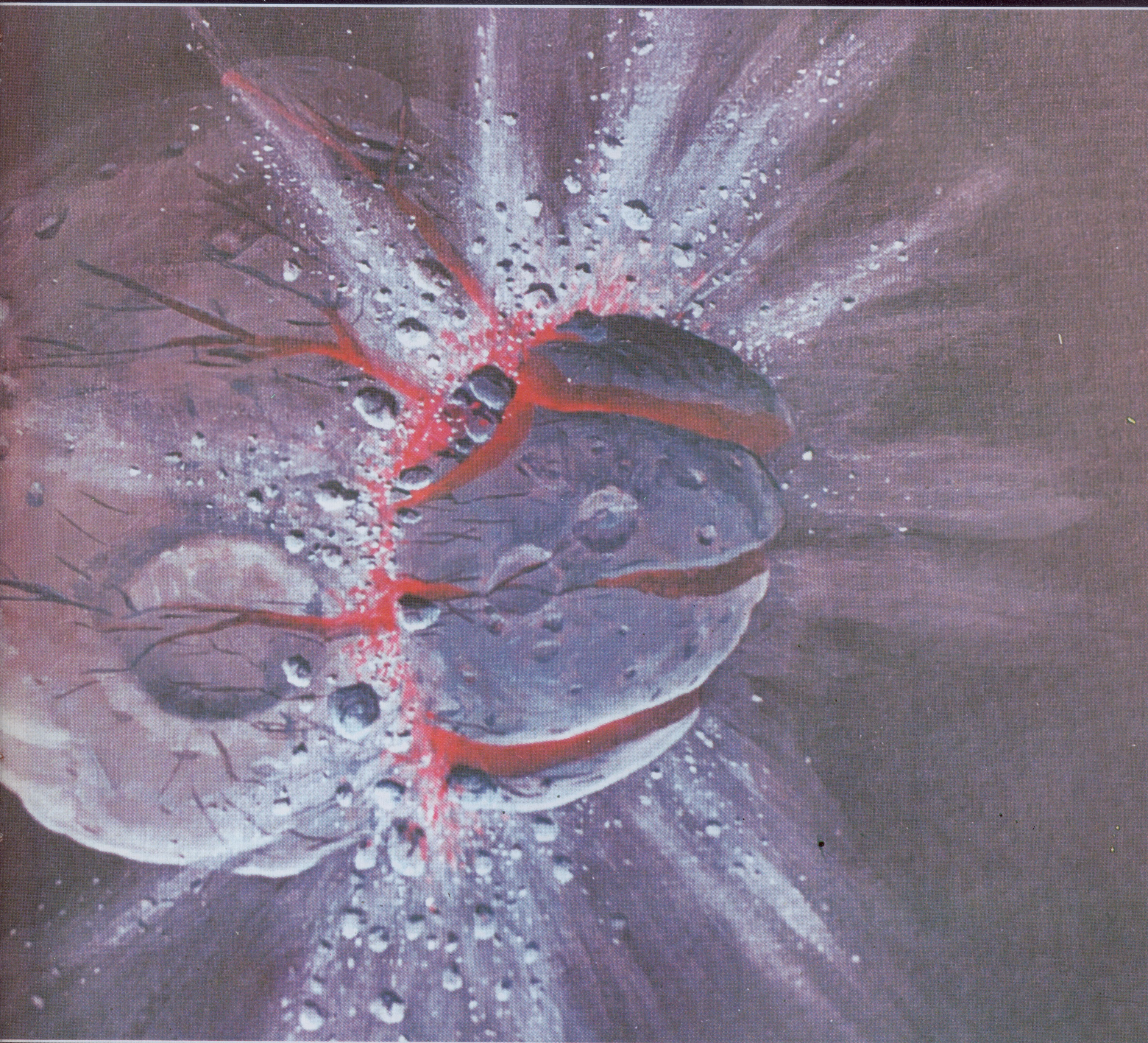


op Aarde voor het eerst opgetreden. Echte directe gegevens die ons iets vertellen over die oertijd, zijn er op Aarde niet. We moeten ons daarvoor tot de Maan wenden.

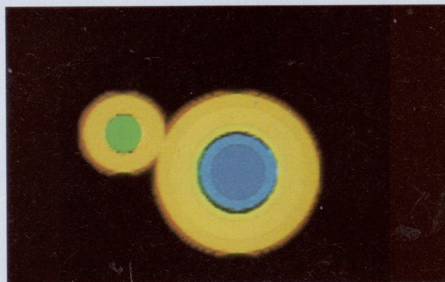
### Kraters tellen: niet altijd droge kost

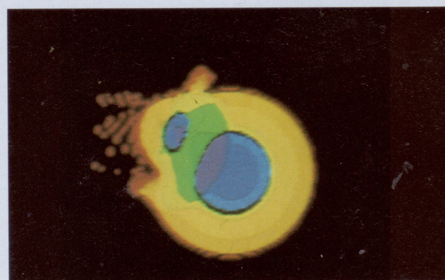
Er zijn heel wat schitterende foto's vanuit ruimtevaartuigen gemaakt in de afgelopen jaren. Of we nu kijken naar opnamen van de planeet Mercurius of naar maantjes van Uranus, Saturnus, Jupiter of naar Mars of in het bijzonder naar opnamen van onze eigen Maan, altijd valt ons weer het enorm grote aantal kraters op. Het oppervlak van al die hemellichamen is bezaaid met kleine en grote ronde kuilen, naast en soms gedeeltelijk over elkaar.
Onderzoek van het maangesteente heeft bevestigd, dat de meeste geleerden het bij het rechte eind hadden toen ze aannamen, dat het merendeel van die kraters door inslagen ontstaan is. Die inslagen werden teweeggebracht door kosmische objecten, zoals meteorieten, kometen of planetoïde-achtige brokken materie. De sporen van de reusachtige schokken na de inslagen en de daarmee gepaard gaande explosies (soms even hevig of nog erger dan een exploderende kernbom) zijn terug te vinden in het gesteente.
Nog steeds slaan er meteorieten in op Aarde, Maan en planeten. Onze aardse dampkring beschut ons echter tegen de vele kleine objecten en slechts zelden lukt

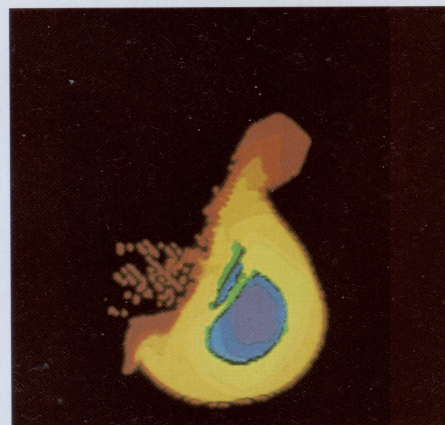
**Reusachtige inslagen moeten de Proto-Aarde hebben geteisterd in het tijdvak dat de maandeskundigen de cataclysmatijd noemen. Op deze afbeelding is te zien hoe een kunstenaar deze rampen in zijn fantasie ziet.**

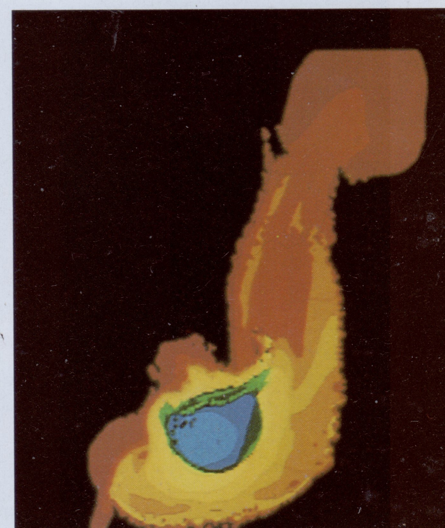


het een grotere brok om tot het aardoppervlak door te dringen. Meestal is zijn energie dan al zo afgenomen door de remmende werking van de luchtlagen dat hij weinig onheil meer kan aanrichten. Op de Maan is dat anders. Er is daar nagenoeg geen atmosfeer en ieder brokje, ook het allerkleinste, bereikt het oppervlak en slaat met kosmische snelheid in. Dat gebeurt vandaag nog steeds, maar het is al miljoenen eeuwen aan de gang.
Omdat een ouder gebied op de Maan langer aan inslagen blootgesteld is geweest dan een jonger terrein, zal men op het oudere gebied meer kraters zien van allerlei grootte dan op het jongere. Omdat we tegenwoordig beschikken over exacte ouderdomsbepalingen van gesteentemonsters van de Maan, kunnen we dat ook controleren. Hartmann maakte een grafiek van het aantal kraters van verschillende diameter op verschillend terrein op de Maan en vond dat er inderdaad op jonger terrein minder kraters waren dan op ouder.
Kraters met grote diameter ontstaan in het algemeen door grotere inslaande objecten dan kleinere kraters. Het zou denkbaar zijn dat er vroeger meer grotere objecten insloegen en later minder, vergeleken met de kleinere. Dat bleek echter niet het geval, want opvallend was dat de statistische verdeling over de verschillende grootte klassen vrijwel constant bleef. Dat wijst erop dat de massaverdeling over de diverse inslaande objecten vroeger net zo was als nu, alleen er waren er vroeger veel meer van alle soorten.
De grafische relaties die het verband aangeven tussen het totale aantal kraters groter dan een zekere diameter en die diameter zelf, zijn voor oude en jonge maangebieden gelijk van vorm, maar verschoven in positie. Dat komt omdat er op het oudere terrein in totaal zoveel meer inslagen zijn opgetreden. De grootte van de verschuiving hangt samen met het verschil in ouderdom.
Om hiervoor een soort maat te kunnen hebben, stelde Hartmann de gemiddelde kraterdichtheid op een doorsnee maanvlakte gelijk aan 1. Die dichtheid blijkt dan over alle vlakten te variëren van 0,6 tot 1,5, terwijl die op de wal van een betrekkelijk oude krater zoals Alphonsus 3 bedraagt en op de hooglanden (of continenten) van de Maan zelfs 32.
Nadat hij zijn grafiek later geijkt had met de absolute dateringen van het maangesteente, kon hij uit zijn figuur afleiden hoe het aantal kraterveroorzakende inslagen afnam met de tijd gedurende de geschiedenis van ons zonnestelsel. Duidelijk blijkt dat de Maan vóór de oudste geologische







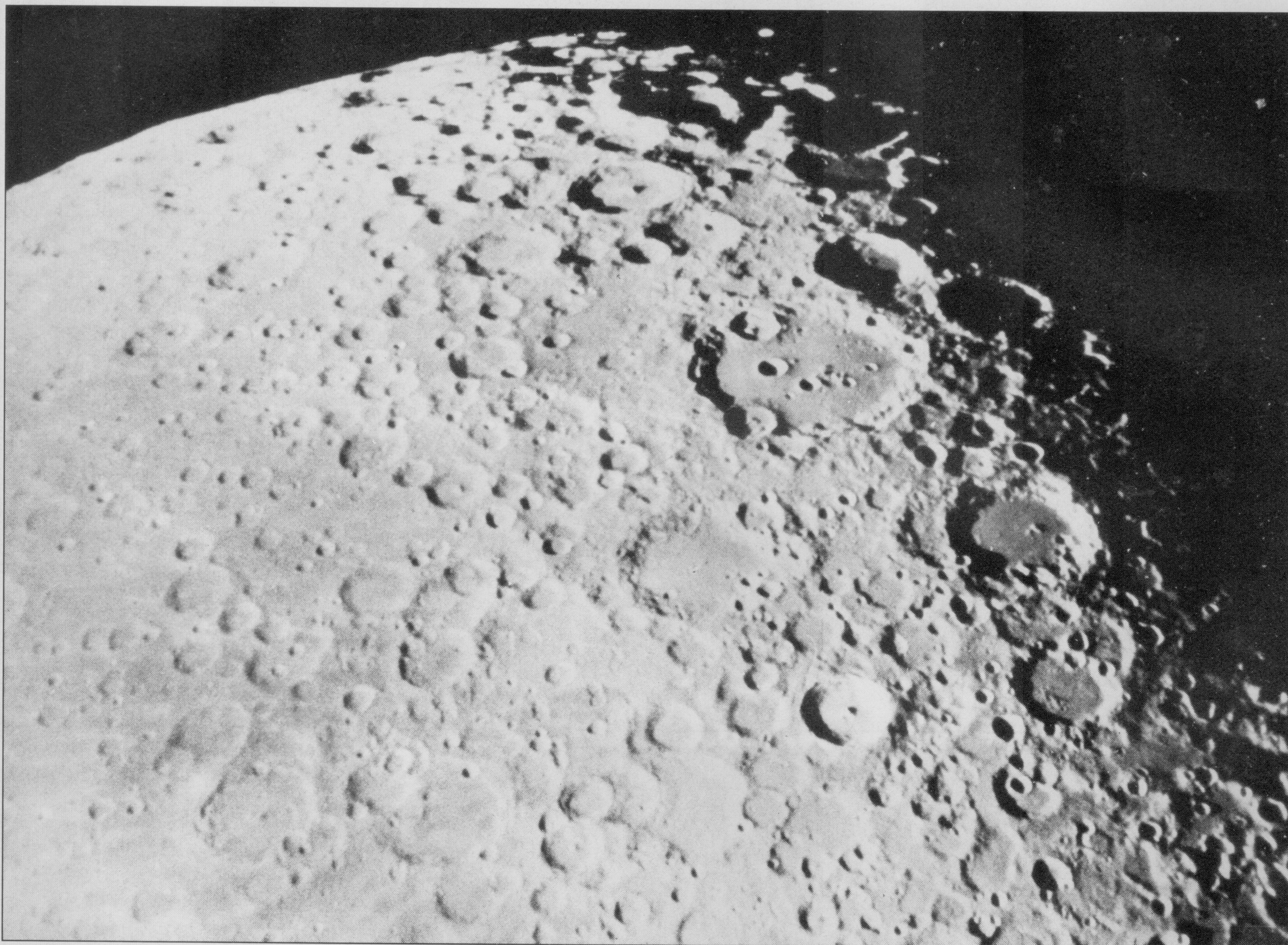


**Het is denkbaar dat de Maan uit de Proto-Aarde ontstond door een reusachtige inslag. Met supercomputers hebben diverse rekenaars nagegaan wat er bij zo'n inslag gebeurt. Als een lichaam met de massa in de orde van grootte van Mars de Aarde treft (beide opgebouwd uit een mantel van silicaten en een kern van nikkelijzer, eerste plaatje) dringt het object de aardkorst binnen, terwijl een sliert materie wordt omhooggestoten (tweede plaatje 400 seconden na de inslag). Beide planeten versmelten en een reusachtige krater begint zich te vormen, terwijl een hete gaswolk de Proto-Aarde verlaat (derde plaatje, situatie 850 seconden na de botsing). Op de vierde computeropname is te zien hoe 2000 seconden na de inslag de dampwolk aan de Aarde begint te ontsnappen. De nek ervan, met een massa van de orde van onze Maan, blijkt dan in een baan om de Aarde terecht te komen. Foto's M.E. Kipp en H.J. Melosh, Lunar and Planetary Institute, Houston.**

periode op Aarde, het Archaeicum, heftig moet zijn gebombardeerd. Ook de oudere maanvlakten hebben nog juist een staartje opgevangen van dit hevige bombardement.

## Een gigantisch bombardement?

Uit dit onderzoek volgt een hypothese, die onder de maandeskundigen veel discussies veroorzaakte. De zeer sterke daling van de kromme lijn in de grafiek in het verre verleden wijst er op dat er ongeveer 4 miljard jaar geleden een hevig bombardement plaatsvond door projectielen vanuit de wereldruimte. Toen na de maanlandingen bleek dat er slechts weinig maanstenen ouder waren dan 3,9 miljard jaar, meenden veel vakmensen dat de oudste en meest bekraterde gebieden van de hooglanden op de Maan in een betrekkelijk korte tijd ontstaan moesten zijn tengevolge van zo'n cataclysmale gebeurtenis. Zo ontstond de naam "cataclysma" voor het tijdvak van dit hevige bombardement.
Andere maandeskundigen zijn van mening dat zo'n plotselinge intensieve kratervorming niet plaatsvond, maar dat het aantal kosmische inslagen zeer lange tijd enorm groot is geweest, gedurende de tijd vóór het begin van het Archaeicum (circa 4 miljard jaar geleden). Omdat de ouderdom van de meeste continentale maan-



Een eenvoudige kijker laat ons al de kraterwereld op de Maan zien. Vooral de hooglanden of continenten daar zijn bezaaid met inslagkraters.

stenen echter enigszins geconcentreerd ligt bij circa 4 miljard jaar, heeft men dat geïnterpreteerd als het tijdstip van de slotfase van het cataclysma.
In de afgelopen jaren zijn echter ook verscheidene maanstenen ouder dan 4 miljard jaar geïdentificeerd. Die zouden dan belangrijke gegevens kunnen verschaffen over de geschiedenis van de Maan (en van de Aarde !) in hun eerste levensfase. Zo zijn er in een stuk van een rotsblok dat de astronauten van de Apollo-17 meebrachten, vier gebeurtenissen opgetekend, die tussen 4,56 en 4 miljard jaar geleden delen van dat gesteente deden smelten of rekristalliseren. Tussen de maanbreksies zoekt men naar "vensters" om terug te kunnen blikken naar de tijd vóór een eventueel cataclysma.

## Het ontstaan van Aarde en Maan

Ongetwijfeld is ook de Aarde in het tijdvak van de Proto-Aarde net als de Maan het slachtoffer van een intens kosmisch bombardement geweest. Het ontbreken van restanten van een eventueel toen aanwezige aardkorst maakt het onmogelijk de overblijfselen daarvan te identificeren.
Het is niet ondenkbaar dat één van die reusachtige inslagen zelfs verantwoordelijk is voor het ontstaan van de Maan. Berekeningen door enkele Amerikaanse instituten met supercomputers lieten zien dat bij een botsing van de Aarde met een brok materie in de orde van van grootte van Mars zoveel stof wordt weggeblazen dat dit later kan samenklonteren tot een voldoende grote massa om de Maan te kunnen doen ontstaan. Als er geen cataclysma gedurende een zeer korte tijd heeft plaatsgevonden, maar een lange inslagperiode van anderhalf miljard jaar, is het optreden van zo'n inslag lang niet meer zo onwaarschijnlijk. Gezien het falen van alle andere theorieën om het ontstaan van de Maan van onze Aarde te verklaren, lijkt dit geen onbruikbare nieuwe hypothese. ■

# Handel in Dromen TV

HERBERT BLANKENSTEIJN

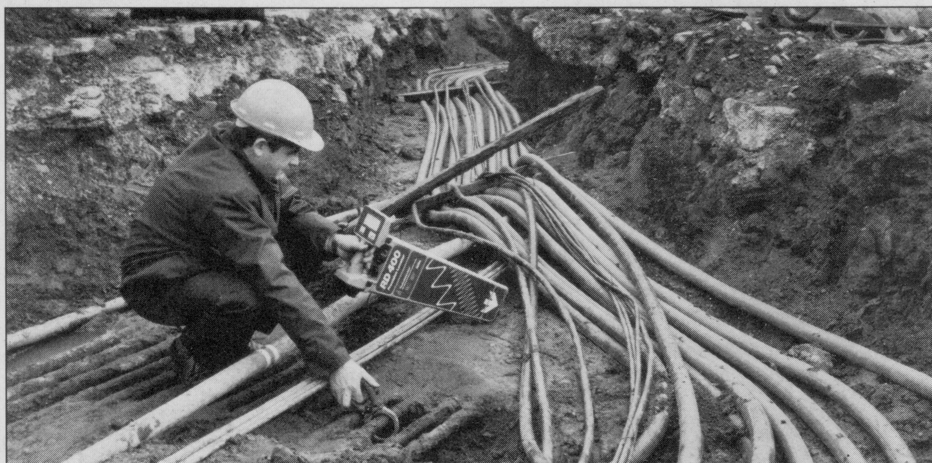
Iemand interesse voor HDTV - Hoofdzakelijk Duur TV? HD staat eigenlijk voor High Definition, hoge scherpte dus. Die kreet is slecht gekozen, zoals de elektronica-industrie zelf benadrukt. De ontwikkeling van HDTV is (behalve een poging van de fabrikanten om de consumenten weer aan het kopen te krijgen) een gevolg van de Amerikaanse hang naar protserige grote beeldschermen, met een diagonaal van een meter of meer. Het aantal beeldpuntjes op een scherm ligt vast, dus al deze stipjes, die bij een normaal toestel met het blote oog nauwelijks te zien zijn, worden bij zo'n giga-scherm opvallend groot. Zelfs bij het Amerikaanse kleurentelevisiesysteem, waarbij je gewend bent aan inferieure beeldkwaliteit, wordt dat op den duur hinderlijk. Meer beeldpuntjes, is dus het parool, in een groter maar niet scherper beeld. Hoog en Dik TV.

Waarom denken de Europese gloeilampenfabrieken, dat wij die bakbeesten ook willen? Het staat vast, dat er geeen serieus marktonderzoek is geweest. De enige aanwijzing is, dat de Amerikaanse smaak wel eens overwaait naar hier. MacDonalds, de Kerstman, LSD. Maar hun slagschepen van auto's hebben we nooit gemoeten. We hebben er de ruimte niet voor.

Zo zijn we over het algemeen ook wat krapper behuisd. En eigenlijk dacht ik, dat er tegenwoordig veel meer toestelletjes van een centimeter of 30 werden verkocht dan 20 jaar terug. Anders krijg je Huiskamer Dominerende TV. Pas als die grote toestellen platgeslagen als een mug tegen de muur kunnen is dat probleem verholpen. Dan kan zo'n apparaat overdag een zelfgekozen schilderij of een zelfgemaakt familieportret vertonen, om 's avonds op een zender te worden afgestemd. Maar de LCD-technologie (vloeibare kristallen, als in horloges) die daarvoor nodig is zal nog wel een jaar of twintig op zich laten wachten. Hunkeren naar Displayverbetering TV.

De TV-boeren geloven (zeggen ze) dat de TV een huiskamerbioscoop zal worden en dat alleen HDTV evenveel indruk maakt als een bioscoopscherm. Ik hoop maar dat ze het zichzelf hebben wijsgemaakt, anders moet ik aannemen dat ze zich flink in de maling hebben laten nemen. Zelf gebruik ik al jaren, met behulp van een videorecorder, mijn aftandse zwartwit toestel als huisbioscoop. Ik kan iedereen verzekeren dat alleen matige en slechte films kleur of HD nodig hebben om indruk te maken. Bovendien zal in de huiskamer zelfs een scherm van 1 meter bij 90 cm. het niet halen bij het bioscoopscherm. Behalve aan het scherm zelf ligt dat ook aan de omstandigheden: het licht blijft aan, de kat komt binnen, de telefoon gaat. En die omstandigheden moet je natuurlijk mee in overweging nemen als het erom gaat of HDTV iets zal voorstellen. Een Hevige Domper TV.

Natuurlijk zullen HDTV toestellen veel duurder zijn. Programma's maken wordt ook veel duurder. Dat komt niet alleen door de apparatuur, maar ook moet aan decors en acteurs veel meer aandacht worden besteed. Programmamedewerkers moeten uitvoeriger worden opgeleid. Het kijkgeld zal flink stijgen en/of er komt meer reclame. Wie geen HD heeft, betaalt er dus toch aan mee (zoals ik al jaren meebetaal aan de kleuren die ik niet heb). Er zal een overgangsperiode zijn waarin de grotere breedte van het HD-beeld niet volledig kan worden benut omdat de non-HD-kijkers dan iets missen. Maar met die achtergebleven groep zal van lieverlee steeds minder rekening worden gehouden. Zo ging het ook na de invoering van kleurentelevisie. Welke voetbalcommentator vertelt nog voor de zwartwit-kijkers in welke grijstint de thuisclub speelt? De minderheid delft het onderspit. Huiveringwekkend Democratisch TV. ■



## Chaos in de grond

**Tijdens verbouwingswerkzaamheden ontstaan vaak problemen met aan- en afsluiten of verleggen van kabels. Daarom is betrouwbaar identificeren van een kabel uit een bundel erg belangrijk.**
**Om de juiste identiteit van een kabel te kunnen vaststellen wordt een toonfrequentzender op een toegankelijke plaats (meet- of schakelkast), waar de identiteit van de kabel onomstotelijk vaststaat, aan deze kabel aangesloten. Bij voorkeur wordt hiervoor de ader-ader aansluittechniek gebruikt. Er ontstaat nu in de kabel een stroomkringloop die verhindert dat het signaal op een andere kabel overspringt.**
**De kabelselectietang wordt aan de ontvanger aangesloten. Identificatie vindt plaats door de kabelselectietang op de gewenste plaats om een kabel te leggen en vast te stellen of het toonfrequentsignaal hierop aanwezig is. Foto Techos-'s Heerenberg.**

KATERN
DJO
wetenschap als hobby

Samengesteld onder auspiciën van de Federatie De Jonge Onderzoekers.

**Redaktie-adres:**
Federatie De Jonge Onderzoekers
Waldeck Pyrmontsingel 16
6521 BC Nijmegen, tel. 080-229549

**Hoofdredakteur**
drs. G.F. Willemsen,
tel. redaktie-adres of 085-649551

**Redaktie:**
drs. L.P. van Loon, drs. S. Looys

**Adressen Jeugdlaboratoria DJO**

DJO Amersfoort,
Schothorsterlaan 3a,
3828 NT Hoogland
Postadres: Postbus 798,
3800 AT Amersfoort

DJO Amsterdam,
W.v.Outshoornschool,
W. Beukelsstraat 42
Post: p/a H. Heerooms of
F. Poeser
A. Boersstraat 2-1
1071 KK Amsterdam

DJO Arnhem
Nieuwe Plein 27
6811 KP ARNHEM
Tel. 085-455018

DJO Delft
Rotterdamseweg 139A
2628 AL Delft
Tel. 015-783343

Stichting Spelen met Natuurkunde
Blekersdijk 62
3311 LE DORDRECHT

DJO Haarlem
Egelantier Gasthuisvest 47
2011 EV HAARLEM
Tel. 023-314087

DJO Helmond
De Wiel 22
5701 PN HELMOND

DJO Naarden
Promerskazerne
Postbus 5009
1410 AA NAARDEN

DJO Groningen
Concourslaan 4
9727 KD GRONINGEN
Tel. 050-260721
Post: Postbus 750
9700 AT GRONINGEN

DJO Eindhoven
Frederiklaan 163
5616 NE EINDHOVEN
Tel. 040-519049

Technisch Creatief Centrum (TCCN) van de Stichting DJO Nijmegen
Waldeck Pyrmontsingel 16
6521 BC NIJMEGEN
Tel. 080-233441

# Wedstrijd voor Jonge Onderzoekers groot succes

GERARD WILLEMSEN

Een zelfgebouwd computernetwerk. Met deze inzending won een groep Arnhemse jongeren de Wedstrijd voor Jonge Onderzoekers. Maar er was meer leuks te zien op de jubileummanifestatie "20 jaar DJO". Wat te denken van een windtunnel? Of van een computer die morse spreekt? Of... nog veel meer.

Van 2 tot 4 juni werd de landelijke Wedstrijd voor Jonge Onderzoekers gehouden in het Technologiemuseum NINT te Amsterdam. Deelnemers uit het hele land, uit de DJO-afdelingen maar ook van daarbuiten, waren naar Amsterdam gekomen om hun inzending te laten beoordelen. Er waren zoals altijd weer originele en imposante dingen bij. De jury had z'n tijd hard nodig om alles te beoordelen!

## Jury

De jury bestond net als vorig jaar uit drs.H. Eggen van het FOM, tevens redactielid van dit blad, E. van Asbeck van het Technisch Tentoonstellingscentrum Delft en mevrouw drs.M. Rijkeboer van het Limnologisch Instituut in Nieuwersluis. Nieuw in het gezelschap was de voorzitter van de jury, dr. M.P.R. van den Broecke, directeur van de Stichting PWT.

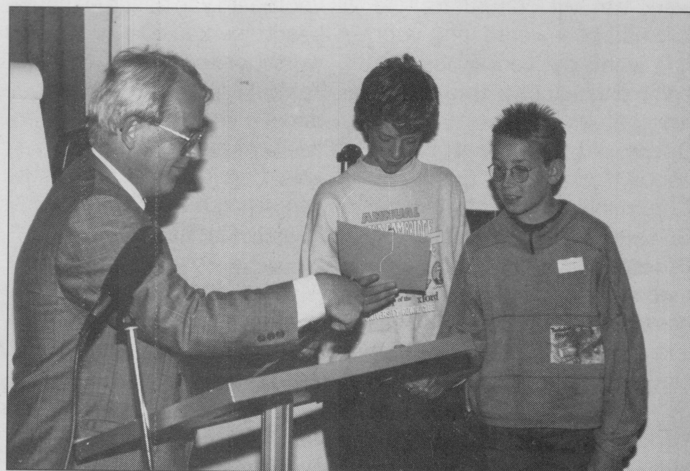
## Computernetwerk

Zoals bekend bestond de wedstrijd uit twee categorieën. In de categorie PROJEKT ging de eerste prijs naar een vijftal jongens uit Arnhem (Manuel van den Berg, Mathieu van Geffen, Jiri Pleiter, Rene de Vries en Laurens Smit) met hun projekt CHIP. Deze groep bouwde een net-



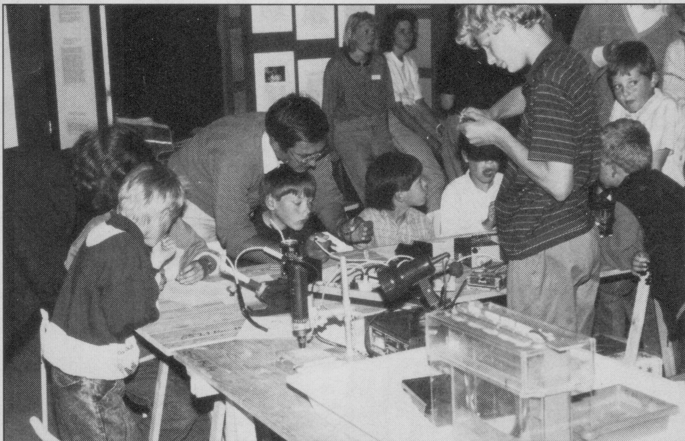

De deelnemers aan de Wedstrijd voor Jonge Onderzoekers 1989.

Juryvoorzitter Dr. M.P.R. van den Broecke reikte de prijzen uit.



De radiografisch bestuurbare hoovercraft van Daan v.d.Veen en Bram Hogenkamp werkte prima en werd eerste in de categorie IDEE.





De bezoekers aan de manifestatie konden ook zelf aan het werk met elektronica om zo te ontdekken wat DJO inhoudt!



Het kweken van schimmels: een uit de hand gelopen schoolprojekt van onder andere Monique Hemmers en Karin Withag.

werk van vijf computers. De jury had veel waardering voor hun werk, dat vooral ook van een goed doordachte planning getuigde.

Dit projekt wordt ook uitgezonden naar de European Community Contest for Young Scientists, die in oktober in Brussel wordt gehouden. Samen met een projekt uit Eindhoven, het Wind Energie Projekt (WEP), zullen zij Nederland vertegenwoordigen op Europees niveau. De WEP-groep nam ook vorig jaar al deel aan de landelijke wedstrijd. Meer over dit projekt, een nieuw model windturbine, is te lezen in M&W nr 3, blz 232. Uiteraard zullen we ook van hun resultaten in Europees verband te zijner tijd verslag doen.

### Plotter en schimmels

De tweede prijs in de categorie PROJEKT ging ook naar twee Arnhemse jongens, die zelf een plotter bouwden en de bijbehorende software schreven. Hun plotter viel op door de goede constructie: een voorbeeld van netjes en nauwkeurig werken. De derde prijs was voor een viertal uit Denekamp, dat een onderzoek deed naar de groei van penseelschimmels. Dit projekt was begonnen in het kader van een schoolprojekt aan het Twents Carmellyceum.

### Hoovercraft

In de categorie IDEE, waaraan jongeren tot 15 jaar mee konden doen, ging de eerste prijs naar Daan van de Veen en Bram Hogenkamp. Zij bouwden een model hoovercraft, die inderdaad prima bleek te zweven. Met vallen en opstaan waren ze tot de juiste constructie gekomen. De jury had veel waardering voor hun werk, zeker gezien hun leeftijd. Volgend jaar kun jij ook van de partij zijn! Bedenk nu alvast een projekt om mee te doen. Of bouw verder op een schoolprojekt. Wie weet, maak jij dan kans om uitgezonden te worden naar de Europese Wedstrijd of op een van de andere prijzen!

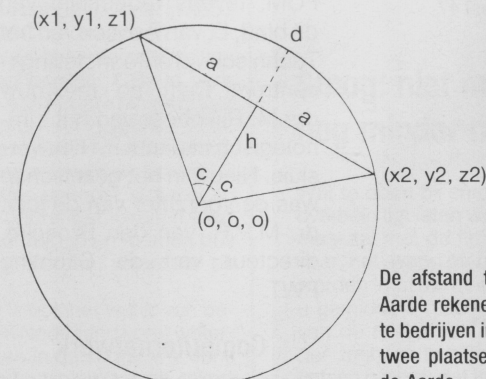
Alle foto's Gerard Willemsen ■

# Van Leningrad naar Sydney

DR. W. VAN TEND

Meneer Namink uit Eindhoven vraagt ons, hoe hij de afstand kan uitrekenen tussen Leningrad en Sydney. Het is ons een raadsel, waarom hij dat wil weten, maar we hebben er wel een oplossing voor. Die oplossing hebben we gegoten in de vorm van het volgende computerprogramma:

```
10 REM **********************
20 REM *** afstand tussen ***
30 REM *** plaatsen op    ***
40 REM *** Aarde          ***
50 REM **********************
60 REM
70 P1=3.141592653589#:REM pi
80 RA=20000/P1:REM aardstraal in km
90 PRINT
100 PRINT "Lengte van de eerste";
110 PRINT " plaats"
120 PRINT "(Oost>0, West<0)";
130 INPUT L1
140 L1=L1*P1/180:REM radialen
150 PRINT
160 PRINT "Breedte van de eerste";
170 PRINT " plaats"
180 PRINT "(Noord>0, Zuid<0)";
190 INPUT B1
200 B1=B1*P1/180:REM radialen
210 Z1=SIN(B1):REM z-coordinaat
220 X1=COS(B1)*COS(L1):REM x
230 Y1=COS(B1)*SIN(L1):REM y
240 PRINT
250 PRINT "Lengte van de tweede";
260 PRINT " plaats"
270 PRINT "(Oost>0, West<0)";
280 INPUT L2
290 L2=L2*P1/180:REM radialen
300 PRINT
310 PRINT "Breedte van de tweede";
320 PRINT " plaats"
330 PRINT "(Noord>0, Zuid<0)";
340 INPUT B2
350 B2=B2*P1/180:REM radialen
360 Z2=SIN(B2):REM z-coordinaat
370 X2=COS(B2)*COS(L2):REM x
380 Y2=COS(B2)*SIN(L2):REM y
390 REM
400 REM a2 = afstandkwadraat tussen
410 REM de twee plaatsen
420 REM
430 A2=(X1-X2)^2+(Y1-Y2)^2+(Z1-Z2)^2
440 REM
450 REM a = halve afstand door de
460 REM     Aarde
470 REM
480 A=SQR(A2)/2
490 REM
500 REM b = afstand in km door de
510 REM     Aarde
520 REM
530 B=2*A*RA
540 PRINT
550 PRINT "Door de Aarde is de";
560 PRINT " afstand:"
570 PRINT B;"km"
580 IF ABS(A-1)>1E-05 THEN 650
590 C=P1/2:REM tegenvoeters
600 GOTO 750
610 REM
620 REM h = afstand middelpunt
630 REM     tot koorde
640 REM
650 H=SQR(1-A^2)
660 REM
670 REM c = halve hoek opgespannen
680 REM     door de plaatsen
690 REM
700 C=ATN(A/H)
710 REM
720 REM d = lengte hele opgespannen
730 REM     boog
740 REM
750 D=2*C*RA
760 PRINT
770 PRINT "Over de Aarde is de";
780 PRINT " afstand:"
790 PRINT D;"km"
800 PRINT
810 END
```




De afstand tussen twee plaatsen op Aarde rekenen we uit door meetkunde te bedrijven in het vlak dat gaat door de twee plaatsen en het middelpunt van de Aarde.

De coördinaten van Leningrad zijn 30 graden oosterlengte en 60 graden noorderbreedte, die van Sydney 150 graden oosterlengte en 35 graden zuiderbreedte. De afstand tussen die twee steden komt uit op 11.744 kilometer langs een rechte lijn door de Aarde heen en op 14.950 kilometer langs een grootcirkel over het aardoppervlak. ■

Speciaal voor onze jonge lezers en lezertjes is er een betaalbare eenvoudige microscoop met een uitstekende beeldkwaliteit en vele mogelijkheden.
Maar ook een goed alternatief voor ouderen die "slechts" zo nu en dan van een microscoop gebruik willen maken.



## de M&W-Junior

**in oerdegelijke metalen uitvoering**

- vergroting:
met het 8x objectief: 65x, 80x en 120x
met het 20x objectief: 140x, 200x en 300x.
Totaal dus maar liefst 6 ideale vergrotingen. Uitbreidingen mogelijk.
- Preparaatklemmen
- Diafragmaschijf
- Beveiliging tegen te ver doordraaien
- In eenvoudig maar sterk houten opbergkistje.

- **GRATIS**

- 100 stuks dekglaasjes
- 50 stuks preparaatglaasjes
- en... polarisatiesetje!

Je kunt dus meteen aan de slag. En natuurlijk weer een gunstige M&W-prijs voor onze lezers

**195,-- incl. verzendkosten**
**normaal 245,-- voor niet-abonnees**

Te bestellen door overmaking van het bedrag op giro 4998215 t.n.v. Mens en Wetenschap te Huizen.

## Zoomtelescoop van 8x tot 24x

Een compacte zoomkijker van weer hoge kwaliteit met de volgende specificaties:
- zomen van 8x (vanaf 6 meter) tot 24x (vanaf 50 meter)
- 40 millimeter objectief
- aparte oog (scherp) instelling
- aansluiting voor normaal statief
- diameter uittreedpupil 5 tot 1,6 millimeter
- sterk lederen foedraal
- gewicht slechts ca. 500 gram



DE grote verrassing is natuurlijk
weer de lage Mens&Wetenschap prijs:

**249,50 incl. verzendkosten**
**normaal 329,50**

Bestellen door overmaking van dit bedrag op giro 4998215 t.n.v. Mens en Wetenschap te Huizen.

# Seks bij mossen

FERRY SIEMENSMA
Foto's van de auteur

**Zo'n 440 miljoen jaar geleden begon de verovering van het land door de planten. Vanuit ondiepe poelen werd de stap naar het droge gezet. Onder de eerste landplanten bevonden zich ook mossen. Nog heden ten dage is aan het voortplantingsproces van mossen te zien dat zij zich uit waterplanten hebben ontwikkeld.**

Mossen zijn kleine planten, die vooral op vochtige, beschaduwde plaatsen groeien, maar ook zeker droge omstandigheden niet schuwen. Ze komen voor op de bodem, op muren, daken, rotsen en boomstammen. Hoewel het maar nietige planten zijn, komen ze vaak massaal voor en bedekken in bossen en duinvalleien uitgestrekte oppervlakten met hun kussens of tapijten. In het verleden is een groot deel van het Nederlandse landschap door veenmossen gevormd. Metersdikke veenpakketten, voor een groot deel inmiddels als turf afgegraven, bepaalden het aanzicht van grote delen van ons land.

## 20.000 soorten

Voor vele mensen bestaat er maar één soort mos! Dat zal wel komen omdat vele mossen oppervlakkig op elkaar lijken. Over de gehele wereld zijn naar schatting 20.000 soorten bekend. In ons land komen er zo'n 600 soorten voor, waarbij wel vermeld moet worden dat het onderscheid tussen een aantal soorten op het eerste gezicht niet eenvoudig is. Zeker voor een leek zijn veel mossoorten moeilijk op naam te brengen. Wat die namen betreft, er komen mossen voor die alleraardigste Nederlandse benamingen dragen. Wat te denken van palmpjesmos, slakkehuismos, knikkertjesmos, gerimpeld platmos, fluweelmos, veenstaartje en veenknopjesmos?
Twee groepen mossen komen tamelijk veel voor en zijn met een beetje geluk in de eigen tuin te vinden. De ene groep omvat de levermossen, de andere de bladmossen. Vele levermossen bezitten een schijfvormig, bladachtig lichaam dat plat op de grond ligt. Stengels en blaadjes ontbreken. Een voorbeeld hiervan is het parapluutjesmos, dat niet zelden in tuinen en plantsoenen woekert. Bladmossen daarentegen bezitten wel een stengel en bladeren. In dit artikel worden verder alleen bladmossen besproken.
Mossen verschillen in een aantal opzichten sterk van de zaad- of bloemplanten. Zo bezitten mossen geen echt wortelstelsel. De dunne draadjes onderaan de stengel dienen vooral om het mosplantje vast te hechten aan de ondergrond. Water en voedingsstoffen kunnen echter op elke plaats aan het lichaamsoppervlak worden opgenomen. Ook een stelsel van transportvaten (waaronder nerven) ontbreekt. Bij een aantal mossen is wel duidelijk een nerf te zien die over de gehele lengte van het blad loopt, maar deze nerf dient alleen voor de stevigheid; hij heeft geen transportfunctie. Slechts in de stengel van enkele soorten bladmossen vindt men een streng van cellen, die het vervoer van water regelt. Het ontbreken van een stelsel van vaten betekent ook het ontbreken van voldoende steun waardoor mossen over het algemeen gering van afmeting zijn. Steun ontlenen de mosplantjes vaak aan elkaar.

## Verschil in voortplanting

Een opmerkelijk verschil tussen mossen en bloemplanten is gelegen in de wijze van voortplanting. De meeste bloemplanten maken voor hun voortplanting gebruik van dieren, meestal insekten, om hun mannelijke voortplantingscellen (de stuifmeelkorrels) over te brengen naar de eicellen in de stamper van een andere bloem. Dat bijtjes en bloemetjes elkaar nodig hebben, is haast spreekwoordelijk geworden. Beide organismen zijn onverbrekelijk verbonden geraakt met het woord seks, een term die in onze maatschappij een beladen inhoud heeft gekregen en te pas en te onpas gebruikt wordt. Biologisch gezien houdt seks zich bezig met het transport van de mannelijke voortplantingscel naar de (vrouwelijke) eicel. Bij de bloemplanten vindt, een enkele uitzondering daargelaten, het transport van de stuifmeelkorrel altijd door de lucht plaats. De korrel is daarbij passief en volledig afhankelijk van het dier dat hem vervoert, of van luchtstromingen.
Veel minder opvallend, maar daarom nog niet minder b(l)oeiend, verloopt het voortplantingsproces bij mossen. Eigenlijke bloemen in die zin dat ze geuren en kleuren en insekten aantrekken, worden er niet gevormd. De geslachtsorganen van mossen zijn met het blote oog vaak moeilijk te zien. Vandaar dat men de mossen, evenals de varens, paardestaarten en wolfsklauwen tot de cryptogamen rekent. Dit woord betekent "verborgen huwelijk". Wat al deze cryptogamen of sporenplanten gemeen hebben, is dat ze voor hun voortplanting afhankelijk zijn van de aanwezigheid van water, en niet, zoals de bloemplanten, van dieren of wind. Deze afhankelijkheid van water bij de voortplanting is een direct gevolg van het ontstaan en de ontwikkeling van seksuele voortplanting bij in het water levende organismen. Om een en ander te kunnen begrijpen, moeten we ver teruggaan in de evolutie van het leven op aarde. Zo'n 2 miljard jaar geleden ontstond seksuele voortplanting.

## Seksuele voortplanting

Het vermogen om zich voort te planten is misschien wel de meest fundamentele eigenschap van het leven. De eenvoudigste vorm van voortplanting is die waarbij een eenvoudig organisme, zoals een bacterie, zich deelt. Dit noemt men ongeslachtelijke of a-seksuele voortplanting. De twee nieuw gevormde organismen zijn een exacte kopie van het oorspronkelijke moederorganisme. Deze vorm van vermenigvuldiging was waarschijnlijk gedurende zo'n 2 miljard jaar de enige vorm van voortplanting.
Een meer complexe vorm is de geslachtelijke of seksuele voortplanting waarbij twee cellen met elkaar versmelten. Daarbij wordt het erfelijk materiaal, het DNA, opnieuw gecombineerd. Door deze recombinatie van erfelijk materiaal lijkt het nieuw ontstane individu wel op zijn ouders, maar is er geen exacte kopie van. Het aantal mogelijke combinaties en het daaruit voortvloeiende aantal variaties is oneindig. Seksuele voortplanting heeft uiteindelijk geleid tot de gigantische variatie in levensvormen zoals die nu op de aarde voorkomt.
De eerste vormen van geslachtelijke of seksuele voortplanting ontstonden waar-

schijnlijk bij eenvoudige groene algen in het water van de wereldzeeën. Er ontwikkelden zich algen waarbij mannelijke voortplantingscellen, voorzien van één of meer beweeglijke staartjes, al zwemmend op zoek gingen naar een eicel. Deze manier van voortplanting vinden we nog steeds bij de algen van onze kust en binnenwateren. Trouwens, ook bij de mens vinden we een zwemmende mannelijke voortplantingscel!

## De stap naar het land

Toen meer dan 400 miljoen jaar geleden de eerste planten vanuit het water de stap naar het land maakten, moesten ze een aantal problemen overwinnen. Daar was o.a. het probleem van de uitdroging en het gemis aan steun door het omringende water.
Wat betreft de voortplanting was er het probleem van het transport van de voortplantingscellen, daar water niet meer overal aanwezig was. Onder de eerste planten die op het land verschenen, waren varens, paardestaarten, wolfsklauwen en mossen, groepen waarvan nog heden ten dage vertegenwoordigers op de aarde voorkomen. Deze sporenplanten evolueerden uit algen, groeiden in een vochtige omgeving en handhaafden, bij gebrek aan een betere oplossing, water als transportmiddel voor hun mobiele geslachtscellen. Men moet echter deze geslachtscellen niet verwarren met de sporen! In tegenstelling tot de passieve droge stuifmeelkorrels zijn de mannelijke voortplantingscellen van mossen actief. Ze kunnen zichzelf zwemmend voortbewegen op zoek naar een eicel. Een beperking daarbij is wel dat ze afhankelijk zijn van de aanwezigheid van water. Dat houdt in dat mossen voor hun sexuele voortplanting een milieu nodig hebben, waarin gedurende de voortplantingstijd de plant en de bodem tijdelijk met een dunne waterfilm bedekt zijn, zoals na een regenbui.

## Mosbloempjes

Mossen vormen kleine onopvallende bloemachtige structuren die zelfs voor het oog van een geoefend waarnemer vaak moeilijk zijn te ontdekken. Sterretjesmos en haarmos, twee algemeen voorkomende soorten, zijn nog het meest geschikt voor waarnemingen op seksueel gebied. De geslachtsorganen staan meestal aan de top van de mosplant. Gewoonlijk zijn de mannelijke en vrouwelijke geslachtsorganen gescheiden van elkaar en staan ze óf op één en dezelfde plant óf elk op een afzonderlijke plant, waarbij men dus van mannelijke en vrouwelijke planten kan spreken.

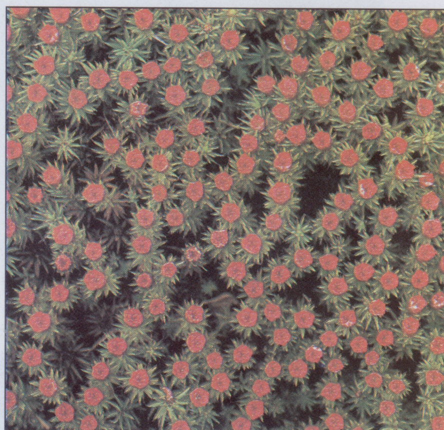


Foto 1: Ruig haarmos, met opvallende rode bloeiwijze.



Foto 4: Mannelijke bloeiwijze van gewoon haarmos.



Foto 5: In het centrum van de mannelijke bloeiwijze van sterremos staan tientallen antheridiën (zichtbaar als kleine groene knikkertjes) dicht op elkaar.

Misschien het opvallendst is de mannelijke bloeiwijze van haarmos. In april en mei vormen zich aan de toppen van de mannelijke plantjes rozetachtige structuren die in hun vorm wel aan bloemetjes herinneren (foto 4). Het ruig haarmos heeft prachtig rode rozetten (foto 1,2,3). Dit mos kan tapijten van enkele vierkante meters groot vormen op droge zandige wegbermen. De eigenlijke geslachtsorganen bevinden zich min of meer verborgen onder en tussen de driehoekige "bloem"blaadjes, ook wel hulbladeren genoemd. Wie voorzichtig zo'n rozet doormidden snijdt en met een loep bekijkt, ziet een aantal groene, banaanvormige staafjes tevoorschijn komen. Dit zijn de eigenlijke geslachtsorganen! Deze mannelijke geslachtsorganen heten antheridiën. Bij het sterremos staan de antheridiën keurig in het gelid in het centrum van een stervormige "bloem". Zonder loep zijn ze al duidelijk te herkennen. Ook hier helpt een scherp mesje om de geslachtsorganen te onthullen.

## Seks na een regenbui

Als men in een rijpe mannelijke bloem knijpt, ziet men een wit, slijmerig vocht tevoorschijn komen. Dit vocht bestaat uit talloze kurketrekkervormige geslachtscellen. Deze komen onder normale omstandigheden vrij wanneer er water aanwezig is op de rijpe antheridiën. Elke geslachtscel, met een mooi woord spermatozoïde genoemd, bezit twee staartjes waarmee hij kan zwemmen. Dat is nodig om de eicellen te bereiken die zich in flesvormige orgaantjes op de top van vrouwelijke planten bevinden. Deze flesjes heten archegoniën en er zitten er meestal meerdere bij elkaar. Elk archegonium bevat slechts één eicel. Deze vrouwelijke orgaantjes scheiden bepaalde lokstoffen af



Foto 6: Doorsnede van de mannelijke bloeiwijze van sterremos. De antheridiën staan dicht tegen elkaar aan.

(rietsuiker) waar de spermatozoïden op afkomen. Deze begeven zich op weg als het geregend of gedauwd heeft. Via de dunne waterfilm die alles bedekt, bereiken de mannelijke geslachtscellen de archegoniën. Hier aangekomen, dringt een spermatozoïde door een nauwe lange hals een archegonium binnen en versmelt met de eicel onderin. Nu is het wonderlijke dat na deze bevruchting alle andere archegoniën

verschrompelen. Alleen deze ene bevruchte eicel zal zich verder ontwikkelen tot een sporendoosje. Bij sommige mossoorten kunnen echter ook meerdere eicellen op één plantje bevrucht worden en kiemen. De kiem begint vooral in de lengte te groeien, waarbij aan de onderzijde geleidelijk een steeltje ontstaat. Bij voortgaande groei scheurt tenslotte de huid van het archegonium en blijft als een soort mutsje zitten op wat zich nu ontwikkelt tot een sporenkapsel (foto 7).

## Sporen

Het sporenkapsel is een soort doosje dat de sporen bevat. Sporen zijn droog, klein en licht. Het zijn geen zaden en ze zijn ook niet te vergelijken met stuifmeel. Sporen zijn het uiteindelijke resultaat van de sexuele voortplanting.
Sporen vallen bij droog weer uit het sporenkapsel. Ze kunnen dan honderden kilometers door de wind worden meegevoerd. Vochtig weer is ongunstig voor de verspreiding van sporen, omdat ze dan aan elkaar kunnen klonteren of door regendruppels vrij snel weer op de grond belanden. Om te voorkomen dat de sporen bij vochtig weer ontsnappen, bezit het sporenkapsel een mechanisme van bewegende tandjes welke de opening van het doosje kunnen afsluiten (foto 9). Zo'n ring van tandjes heet een peristoom. Deze tandjes reageren op de vochtigheid van de omringende lucht. Bij vochtig weer krommen ze zich en sluiten daarmee de opening af; bij droog weer strekken de tandjes zich en openen daarmee het sporenkapsel. Omdat het kapsel op een dun steeltje staat, wordt het al bij geringe wind heen en weer geschud en strooit het als een peperbusje de sporen naar buiten. Uit de spore ontwikkelt zich een protonema. Dit is een draadvormige, zich vertakkende groeiwijze waarop later knoppen ontstaan waaruit de eigenlijke mosplantjes groeien. Dat is één van de redenen waarom mossen vaak tapijten vormen.

## Broedbekers

Sexuele voortplanting treedt echter bij vele mossoorten zelden of nooit op. Bij de meeste soorten vindt vermeerdering plaats door middel van ongeslachtelijke voortplanting. Daarbij kan men denken aan vermeerdering door wortelknolletjes, afbrekende blaadjes en broedkorrels. Broedkorrels of broedknoppen zijn knopvormige lichaampjes die op stengels of bladeren gevormd worden. Heel mooi is dat te zien bij een plant die daaraan zelfs haar naam ontleent: het knopjesmos. Dit

Foto 7: Bij groei van het sporendoosje scheurt het huidje van het archegonium en blijft als een mutsje zitten.



Foto 8: Het rijpende sporenkapsel van gewoon haarmos.

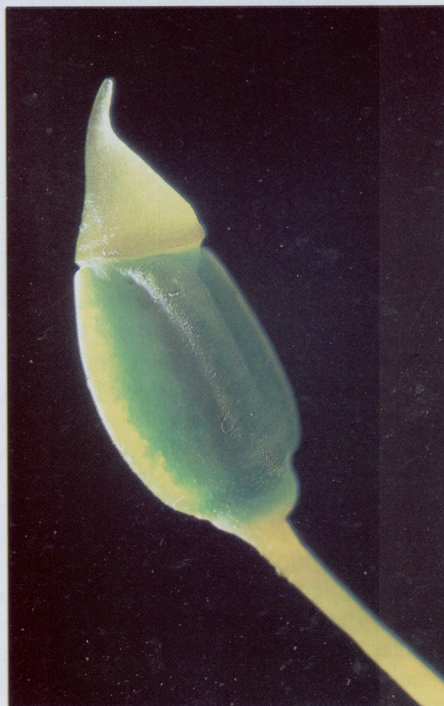


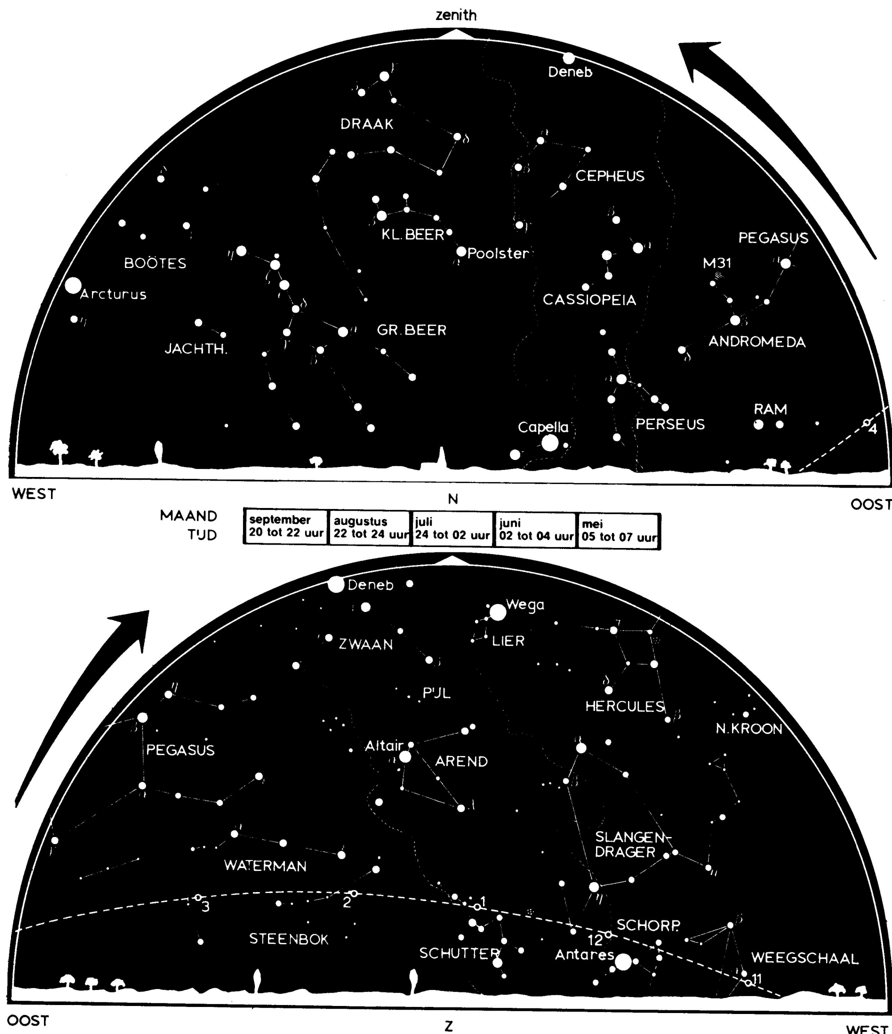
Foto 9: Haren rond de opening van het sporendoosje reageren op de luchtvochtigheid en regelen daarmee de verspreiding van de sporen.



mos is bepaald niet zeldzaam op vochtige, rottende boomstammen. Het knopjesmos vormt op de top van de stengel kleine groene korrels die gemakkelijk los raken door bijvoorbeeld de kracht van vallende regendruppels. Bij viertandmos onstaan broedkorrels in kommetjes welke door enkele bladeren worden gevormd. Later vallen deze bladeren af en komen de knopjes vrij op de top van het stengeltje te zitten. Uit deze knoppen groeien later weer nieuwe mosplantjes.
Bij deze wijze van voortplanting worden de broedknoppen in de onmiddellijke omgeving van de ouderplant verspreid. Ook dit bevordert het ontstaan van mostapijten. En het zijn deze mostapijten waarop in romannetjes menig liefdespaar zich teder neervlijt, onwetend van het seksuele leven dat zich onder hen afspeelt... ■

# De sterrenhemel in september

HUBERT LINDERS



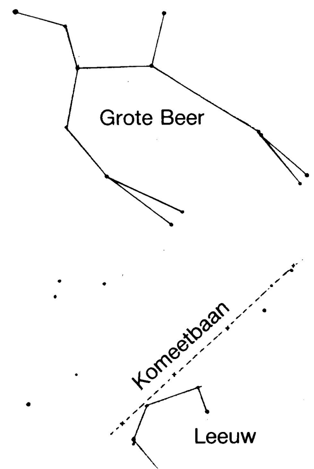




**Fig. 1. Bovenaan kan de pan van de Grote Beer ('t steelpannetje) herkend worden. De boog onderaan is een deel van het sterrenbeeld Leeuw. De plusjes geven de posities aan van de komeet op (van rechts naar links) 6, 11, 16 en 21 september.**
**Bekijk een en ander met een verrekijker. Posities zijn niet exact i.v.m. vervorming van de kaart (zie ook tabel!)**

| Datum | rechte klimming | declinatie | magnitude |
|---|---|---|---|
| 06 sep. | 09 h 04.5 m | 39° 01' | 4.6 |
| 11 sep. | 09 37.9 | 32 48 | 4.4 |
| 16 sep. | 10 02.9 | 27 04 | 4.2 |
| 21 sep. | 10 24.0 | 21 40 | 4.1 |

**Tabel positie van komeet Brorsen-Metcaf**

Mercurius is in september niet waarneembaar. Mars ook niet, terwijl Venus steeds slechter zichtbaar wordt. Ook de reuzenplaneten laten het wat afweten. Saturnus, Uranus en Neptunus zijn 's avonds vrij laag boven de zuidwestelijke horizon te vinden. Dus slecht te zien. Jupiter daarentegen is des ochtends te bewonderen in de tweelingen. Deze planeet wordt steeds beter zichtbaar. Een ander lid van ons zonnestelsel komt binnen het bereik van de amateur-astronomen. Dat is de komeet Brorson-Metcalf. In augustus staat die in Perseus en beweegt richting Lynx. Deze komeet heeft een periode van 70 jaar en 7 maanden en zal op zijn helderst magnitude +4 kunnen bereiken. Zeker met een verrekijker moet dat een fraai gezicht worden.

## Kalender

19 sep. Bedekking van de Plejaden. Bekijk dit met een zo groot mogelijke vergroting (afhankelijk van je telescoop en het weer). Tijd: ± 22.00 uur
23 sep. 03.20 uur, herfst begint
24 sep. 03.00 uur, einde zomertijd, de klokken gaan weer een uur terug.

| Zon | Op | Onder |
|---|---|---|
| 31 aug. | 06.49 | 20.29 |
| 1 sep. | 06.51 | 20.27 |
| 11 sep. | 07.07 | 20.04 |
| 21 sep. | 07.24 | 19.55 |
| 1 okt. | 06.40 | 18.31 |

**Maan**

Laatste kwartier 23 aug. 20.40
Nieuwe Maan 31 aug. 07.44
Eerste kwartier 8 sep. 11.49
Volle Maan 15 sep. 13.51
Laatste kwartier 22 sep. 04.10 ■

## Erlenmeierprobleem

Het volgende probleem hoorden we van Rolf Helder uit Arnhem.
In een erlenmeier (een glazen vat met een brede bodem en een nauwe hals) staat een laagje inkt. We kijken door de halsopening naar een lampje onder de bodem, dat door het inktlaagje heenschijnt. We verdunnen nu de inkt met wat water. De inkt krijgt daardoor wat minder kleur, maar komt wel hoger te staan. Zien we het lampje nu helderder, minder helder of even helder als eerst? (W.v.T.) ■

# Scholieren onderzoeken zure regen

GERARD WILLEMSEN

**In 1987 startte het Milieu Educatie Centrum Eindhoven (MEC) een onderzoek naar zure regen in een deel van Noord-Brabant. Het bijzondere van dit onderzoek was echter, dat het werd uitgevoerd door scholieren uit de hoogste klassen van het basisonderwijs en de laagste klassen van het vervolgonderwijs. Het onderzoek werd opgezet met steun vanuit Engeland, waar een dergelijk project onder de naam "Watch Acid Drops" met succes was uitgevoerd. Onlangs verscheen het eindrapport van het onderzoek.**

Het onderzoek werd gedurende een maand uitgevoerd door ongeveer 8000 leerlingen van 213 scholen. Er werd gebruik gemaakt van een eenvoudig onderzoekspakket, waarvan het voornaamste onderdeel een aantal indicatorstrips om de pH (zuurgraad) te meten was. De leerlingen moesten een opvangbeker voor regen op een geschikt punt plaatsen en deze dagelijks controleren. Er moesten aantekeningen over het weer gemaakt worden en als het geregend had werd de zuurgraad van het regenwater gemeten en de hoeveelheid neerslag vastgelegd. Bij de pakketten leverde het MEC een duidelijke instructie, die voor zo betrouwbaar mogelijke metingen moest zorgen.

Er werd door de scholen en de leerlingen met veel enthousiasme aan het onderzoek meegewerkt. De resultaten werden door het MEC verwerkt en bleken voldoende bruikbaar om voorzichtige conclusies te kunnen trekken. Ook een eenvoudig en niet kostbaar onderzoek kan tot bruikbare resultaten leiden!

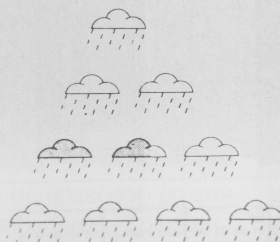


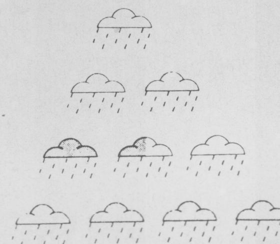
## Resultaten

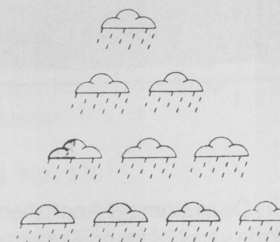
Het onderzoek is gedaan in vier gedeelten van Noord-Brabant: Eindhoven en omgeving, De Kempen, De Peel en De Meijerij. In totaal bleek dat de helft van alle waarnemingen aangaf dat het hemelwater zuurder was dan normaal (waarbij een pH van 6,5 als normaal werd beschouwd) en in één op de acht gevallen was het regenwater zelfs 10 of meer malen te zuur! Uit de gegevens bleek geen verband tussen zuurgraad en hoeveelheid regen. Bij noordwestenwind leek de regen iets zuurder dan anders te zijn, maar het verschil was te klein om echt conclusies aan te verbinden.

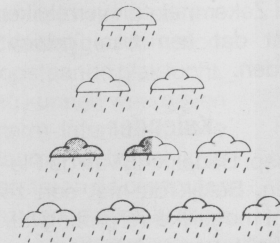
Wat wel opviel, was dat de regen in de Peel minder zuur bleek te zijn dan in de andere drie gebieden. Terecht wijst het rapport erop, dat dit niet wil zeggen dat de verzuring daar minder erg is. In de Peel is veel bio-industrie, hetgeen voor een hoge ammoniakuitstoot zorgt. Deze uitstoot neutraliseert de zure regen in zekere mate, maar heeft juist een extra verzurend effect op de bodem! Hier besteedden we in M&W nr. 2 van 1988 al aandacht aan.

Wat is nu het nut van een dergelijk onderzoek? Naast de directe resultaten is er nog een ander nut. De leerlingen, maar ook de ouders, leerkrachten en andere betrokkenen worden met hun neus op de feiten gedrukt. Ze constateren zelf dat de verzuring geen uitvinding van milieu-fanaten is maar een werkelijk bestaand probleem. Het zelf meedoen aan een dergelijk onderzoek geeft een extra betrokkenheid bij de hele problematiek en het geeft de leerlingen bovendien een algemeen stukje ervaring over hoe zo'n soort onderzoek nu in z'n werk gaat.




De vier tekeningen geven weer, welk gedeelte van de metingen in elk van de vier gebieden in Noord-Brabant zuur was. Het donkerste gedeelte was minstens tien maal te zuur. Bron: Eindverslag Zure Regen Onderzoek MEC.

## Een landelijk onderzoek?

Het onderzoek had heel veel respons bij de scholen en de leerlingen. Bovendien kwamen er leuke resultaten uit. Het zou daarom de moeite waard zijn om een dergelijk onderzoek voor de hele provincie, maar liever nog landelijk op te zetten. Aangezien er dan veel meer waarnemingen beschikbaar komen, is het te verwachten dat er dan ook duidelijker resultaten uitkomen.

Zelfs zou je zo'n onderzoek op Europees niveau kunnen doen. Als in verschillende landen dergelijke projecten maar op een uniforme manier uitgevoerd worden, kunnen de gegevens later ook aan elkaar gekoppeld worden. In Engeland, waar het hele idee vandaan komt, zou men dat graag zien gebeuren en het MEC ondersteunt dit streven van harte op grond van zijn eigen ervaringen.

In elk geval heeft het initiatief van het Eindhovense centrum al navolging gevonden in de provincie Gelderland, waar enkele honderden scholen meewerkten. Het Milieu Educatie Centrum in Ede coördineerde het onderzoek in Gelderland. Het onderzoek werd daar voor Pasen afgesloten en op het moment dat dit geschreven wordt, wordt aan de eindrapportage gewerkt.

Het rapport van het onderzoek in Brabant is voor f. 12,50 verkrijgbaar bij het Milieu Educatie Centrum Eindhoven, Genneperweg 145, 5644 RS Eindhoven.

## Zelf zure regen meten

Het meten van de zuurgraad van regen is helemaal niet zo moeilijk. De zuurgraad wordt uitgedrukt in een getal. Hoe lager het getal, hoe zuurder de vloeistof. Een zuurgraad of pH van 7 is neutraal. Lager dan 7 is dus zuur. Eén punt lager is tien maal zo zuur. Dat komt, doordat de pH-schaal logaritmisch is opgezet. pH 6 is zwak zuur en pH 1 is zeer zuur. Op dezelfde manier zijn de waarden boven de 7 alkalisch, van zwak (8) tot zeer sterk (14). Zoals in het artikel over het onderzoek staat is regen van nature al zwak zuur (ongeveer 6). Maar allerlei gassen die de mens in de natuur brengt zorgen ervoor, dat de regen zuurder wordt. Met alle gevolgen voor de bodem en de plantengroei.
Nu mogen we niet denken, dat als de regen niet zuur is, er geen verzuring is. Uit het artikel blijkt al, dat in De Peel de regen niet zo zuur is. Toch is de verzuring daar verontrustend sterk, maar de verzuring komt daar niet zozeer via het regenwater als via de directe neerslag van ammoniak.

### Een meetpunt

Om gedurende een tijdje de pH van de regen te kunnen meten, hebben we een opvangpunt voor het regenwater nodig. Dat moet bestaan uit een opvangbeker, die je bijvoorbeeld op anderhalve meter hoogte ophangt. Het moet zo zijn, dat er geen katten hun behoefte in kunnen doen, aangezien dan de resultaten niet meer bruikbaar zijn. De regen moet rechtstreeks in de beker komen, dus niet via een dakgoot of zo. Elke dag stoppen we een plastic zakje in de beker. Dat doen we met een plastic huishoudhandschoen aan, want we mogen de binnenkant van het plastic zakje niet rechtstreeks aanraken. De stoffen die aan de huid zitten (ook als je je handen gewassen hebt!) beïnvloeden de metingen ook. Elke dag vervangen we het plastic zakje, ook als het niet geregend heeft.

### Het onderzoek gaat van start

We kunnen met één of meer meetpunten, eventueel met een groepje mensen met elk een eigen meetpunt, ons onderzoek beginnen. We kunnen besluiten een bepaalde tijd onderzoek te doen, bijvoorbeeld vier weken, of totdat we een bepaald aantal dagen met regen gemeten hebben, bijvoorbeeld vijftien. Elke dag verwisselen we de plastic zak. We noteren ook elke dag het weer: heeft het geregend, motregen of harde, korte buien. Ook de wind is van belang, vooral de windrichting. Als er een windwijzer of een windvaantje in de buurt is, is dat makkelijk vast te stellen. Ook de windkracht kunnen we eventueel noteren.
Wat gebeurt er nu als we ons meetpunt controleren (dat doen we op een vaste tijd, bijvoorbeeld 's ochtends) en er zit regenwater in? Als het genoeg is, dat wil zeggen meer dan ongeveer een theelepeltje vol, kunnen we een meting doen. Voor die metingen hebben we pH-strookjes nodig. Zulke strookjes verkleuren als we ze in het water houden. De kleur die het strookje krijgt geeft aan, wat de pH is. We moeten het strookje wel voldoende lang in het water houden, zeker een kwartier. Door die kleur te vergelijken met de kleurschaal op het doosje kunnen we dan de pH bepalen. Dat moeten we wel onmiddellijk doen, want als we het strookje even wegleggen verkleurt het weer! Ook de hoeveelheid regen moeten we weten. Daarvoor is een heel eenvoudige regenmeter te gebruiken.

### Uitwerken

Als we ons onderzoekje afgerond hebben, moeten de gegevens uitgewerkt worden. Allereerst kunnen we een grafiekje maken waar horizontaal de datum en vertikaal de zuurgraad staat. Vermoedelijk was de regen op sommige dagen zuurder dan op andere. Dan kunnen we kijken of die zuurdere regen altijd optreedt bij bepaalde weersomstandigheden, bijvoorbeeld bij een bepaalde windrichting. Je zou je kunnen voorstellen dat als de wind uit de richting van een bepaalde verontreinigingsbron (bijvoorbeeld industriegebied) komt, dat zure regen met zich meebrengt.
Natuurlijk zijn dergelijke gegevens pas echt betrouwbaar als het gaat om heel veel metingen op verschillende meetpunten, waarbij het onderzoek op al die punten op precies dezelfde manier gedaan wordt. Daarom is het ook te hopen, dat de zure-regenonderzoeken uit Eindhoven en Ede, die in het artikel beschreven zijn, een landelijk vervolg krijgen.
Het verkrijgen van pH-strookjes is voor particulieren niet gemakkelijk. Ze kunnen in elk geval geleverd worden door Outdoor Education, Postbus 2043, 5260 AC Vught, tel. 073-567619.

■

## Planeetje blijkt komeet

Het planeetje Chiron, ontdekt op 18 oktober 1977, is naar alle waarschijnlijkheid een grote komeet. Dat blijkt uit recente waarnemingen van de astronoom Karen Meech van de Universiteit van Hawaii. Zij heeft de afgelopen tijd intensief naar Chiron gekeken.
Sinds november 1987 is Chiron helderder aan het worden. Dat is op zich geen wonder, want Chiron is in die tijd dichter bij de Zon gekomen. Chiron draait in een heel elliptische baan, die hem van binnen de baan van Saturnus tot bij de baan van Uranus brengt. In sterrenkundige eenheden ligt zijn baan tussen 8,5 en 19 astronomische eenheden van de Zon af (één astronomische eenheid is 150 miljoen kilometer, evenveel als de afstand tussen de Aarde en de Zon). Over één omloop om de Zon doet hij 50,7 jaar. Chiron is nu minder dan 12 astronomische eenheden van de Zon vandaan.
Hij werd de afgelopen tijd niet alleen helderder, in april bleek hij opeens in het bezit van een kleine "staart". Dat is heel kenmerkend voor een komeet. Omdat Chiron nog zo ver van de Zon vandaan is, kan die staart alleen veroorzaakt zijn door het ontsnappen van gas (bijvoorbeeld verdampt koolzuurijs) en stof. Een heel klein beetje daarvan is al genoeg om de waarneming te verklaren.
Als Chiron inderdaad een komeet is, zal dat voor diverse sterrenkundigen een hele geruststelling zijn. Ze konden maar moeilijk begrijpen dat er zo'n rare zwerver als Chiron zou zijn. Als komeet is dat opvallende bestaan veel gemakkelijker te begrijpen. Niet alleen zijn er heel veel kometen bekend die in betrekkelijk vreemde banen rond de Zon draaien, sinds enige tijd zijn er bovendien aanwijzingen dat zich in de buurt van Uranus een hele zwerm kometen moet bevinden. Van die wolk zou Chiron best een, misschien wat uitgestoten, vertegenwoordiger kunnen zijn. (HE)

■

# Het weer

HARRY GEURTS

**De zomer zat dit jaar al meteen stevig in het zadel. De eerste prachtige dagen beleefden we zelfs al in maart, terwijl mei en juni eerste klas zomermaanden waren. Veel Zon, weinig regen en vrijwel steeds aangename warmte. Een weerpatroon dat vergelijkbaar is met dat van fraaie zomers als die van 1947, 1959 en 1976. Kenmerkend voor die zomers was wel dat er behalve aangename warmte ook zeer hete dagen voorkwamen. Als de zomerse trend dit jaar doorzet, zou het ook later in deze zomer wel eens uit de hand kunnen lopen met de temperatuur.**

Sommige weermannen zweren nog steeds bij de "dertig graden"; hoe hoger de temperatuur, hoe meer ze staan te juichen. Waanzin natuurlijk, want een temperatuur van 24°C is natuurlijk veel aangenamer. Geen mens zit te wachten op veel hogere temperaturen, zeker niet in ons land waar hitte door de hoge vochtigheidsgraad meestal erg onaangenaam is.

Hittegolven in Nederland

Onder een hittegolf verstaan we in ons land een periode van minimaal tien dagen, waarover de maximumtemperatuur gemiddeld minstens 28°C bedraagt. Er bestaan ook andere definities, maar dit is de meest gangbare, die ook door het KNMI wordt gehanteerd.

De laatste hittegolf vóór dit jaar beleefde ons land in de zomer van 1983. Verder moeten we terug gaan in de geschiedenis tot 1975 en 1976 om dergelijke periodes te vinden. In 1947 werd Nederland zelfs geteisterd door drie hittegolven, waarvan de laatste tot eind augustus duurde.

De kans op een hittegolf is het grootste tussen half juli en half augustus. In totaal werden er in deze eeuw op het KNMI achttien hittegolven opgetekend. Dat betekent dat we gemiddeld eens in de vijf jaar zo'n hitte mogen verwachten. Tijdens elke hittegolf stijgt het kwik wel één of meerdere dagen tot boven 30°C; de weerkundigen noemen dat tropische dagen. In het zuiden van ons land kwamen in 1976 liefst vijftien tropische dagen achtereen voor; in totaal over die zomer zelfs drieëntwintig.

## Hittegolven in Nederland

In Zuid-Europa wordt zo'n aantal natuurlijk regelmatig gehaald. Op de meeste plaatsen in Griekenland bedraagt de normale temperatuur in juli en augustus alleen al 31°C. Toch mogen we dat niet zonder meer met ons land vergelijken. Vooral langs de stranden, waar juist de meeste toeristen te vinden zijn, waait vaak een frisse wind. Maar ook daar kan de hitte voor problemen zorgen. Als de thermometer een paar weken achtereen tussen 40 en 45°C aanwijst is het normale leven volledig van slag. In Heraklion werd ooit een temperatuur genoteerd van 45,6°C, in het Griekse binnenland liggen de recordwaarden nog wat hoger. Zulke temperaturen worden bij ons in het voorjaar wel eens op warme dagen in de brandende zon gemeten. Afgelopen mei kwam mijn maximum-minimum thermometer in de zon tot 49°C. In de Zon is het dan niet te harden, laat staan als zo'n temperatuur al in de schaduw wordt gemeten. Nee, dan is het klimaat van IJsland toch heel wat aangenamer: als het daar een paar dagen dagen 20 tot 22°C is, spreekt men van een hittegolf.

## Eindigt onze zomer zo als hij begon?

Daar komt nog bij dat de IJslanders ook in de zomermaanden niet veel van de zon kunnen genieten. In Reykjavik schijnt de Zon dan ongeveer 35% van de tijd dat ze maximaal zou kunnen schijnen. In ons land ligt dat percentage 's zomers rond 43%. Langs de stranden in Zuid-Europa schijnt de Zon 's zomers gemiddeld 90% van de tijd dat ze op grond van de lengte van de dag maximaal zou kunnen schijnen. Daar is dus vrijwel geen wolk te zien.

Opmerkelijk in ons land is dat augustus in het algemeen zonniger is dan juli. Vooral de tweede helft van augustus steekt normaal gunstig af bij de rest van de zomer.

Maar wat nu als de rest van de zomer al zo abnormaal zonnig was? In mei en juni samen scheen de Zon immers bijna 600 uur, een absoluut record in de meetreeks: wat zou dat kunnen betekenen? Geen weerman kan die vraag beantwoorden; daarvoor is het weer in onze regio te grillig. We kunnen echter wel nagaan hoe augustus en september verliepen in een zomer die met veel Zon en warmte begon. Het blijkt dat in deze eeuw vijf van de zeven zomers die begonnen als de zomer van 1989 ook in augustus niet stuk liepen. Alleen in 1919 en 1940 liep het mis. In vier van die gevallen hield het mooie weer van mei en juni ook in september nog aan; een uitzondering vormde de zomer van 1976.

De balans slaat dus iets naar de goede kant uit, maar de aantallen zijn te beperkt om een serieuze uitspraak te doen over het slot van de zomer.

Toch kunnen we met grote zekerheid zeggen dat de zomer niet zo zonnig zal eindigen als hij begon. Mei leverde immers een absoluut zonneschijnsrecord op en de kans dat we



Het weer tijdens de maand juli was erg wisselvallig. Augustus begon met veel regen en storm. Een weertype echter dat fotografisch aardige plaatjes kan opleveren. Foto Andries Sabelis.

zo'n record in augustus of september evenaren of breken is te verwaarlozen.

### Mooie zomers ook droge zomers

Het wordt wel eens vergeten dat lang niet iedereen gelukkig is met een zonnige en warme zomer. In dergelijke topseizoenen blijft er weinig tijd voor regen. Dat kan de landbouwers in grote problemen brengen.
De vijf topzomers van deze eeuw waren alle belangrijk te droog. In een paar van die zomers viel in drie maanden tijd zelfs nog geen 90 mm, terwijl we recht hebben op omstreeks 225 mm.
De geringe neerslag die valt in warme zomers komt meestal uit onweersbuien. Dat betekent dat de hoeveelheden verspreid over ons hele land sterk uiteen kunnen lopen. Mei beantwoordde niet aan dat patroon en was in het hele land uitzonderlijk droog, maar in juni werd dat beeld aardig bevestigd. Plaatselijk vielen toen forse hoeveelheden, terwijl het elders erg droog bleef.
Mocht u het gevoel hebben gekregen dat mijn gedachte ditmaal helemaal uitgaat naar een mooie zomer, waarvan we ook in augustus en september nog kunnen genieten, dan heeft u het helemaal bij het juiste eind. Niet omdat ik ervan overtuigd ben dat het dit jaar goed gaat, maar omdat ik vind dat we daar na zes jaar wel weer eens recht op hebben. De wens is de vader van de gedachte....

# Wind meten

HARRY GEURTS

**Weer en wind worden in de Nederlandse taal vaak in één adem genoemd. Hoe vaak horen we niet de uitdrukking "wind en weder dienende"? Aan de talloze spreekwoorden over wind kunnen we zien hoe winderig ons land eigenlijk is. Logisch natuurlijk: in een land dat grenst aan zee wil het nog wel eens hard waaien, zeker als dat land op de gematigde breedten ligt.**

De watersnoodramp zit velen nog vers in het geheugen en eigenlijk was dat slechts één van de vele overstromingen die ons land in de geschiedenis heeft beleefd.

Het is goed te begrijpen dat ons land één van de eerste was waar de wind werd gemeten. Dat gebeurde al in het begin van de achttiende eeuw. Nederland was toen bezaaid met windmeters: de wentelende wieken van molens waren immers bij uitstek geschikt om de kracht van de wind te schatten.
Er was zelfs een speciale molenwindschaal in gebruik, waarmee uit de draaiende molenwieken de windsnelheid geschat kon worden. De windrichting kon ook overal worden afgelezen: elke kerktoren was wel voorzien van een weerhaan of andere windwijzer.
Het heeft lang geduurd voordat er goede windmeters in omloop kwamen. Daarom werd tot ver in de negentiende eeuw de windkracht aan de hand van de draaiende molenwieken of door middel van schattingen bepaald. Goede schattingen werden vooral mogelijk nadat de Engelse admiraal Sir Francis Beaufort (1774-1857) zijn windschaal had geïntroduceerd. Die schaal werd vooral gebruikt door zeelieden die de windkracht op zee immers niet konden afleiden uit molens.
De schaal van Beaufort is tot op de dag van vandaag in gebruik al is er van de oorspronkelijke dertiendelige schaal uit 1873 niet veel meer over. er zijn verschillende omschrijvingen gewijzigd en toegevoegd, zoals de gemiddelde snelheid van de wind. Dat laatste was nodig toen de wind nauwkeuriger gemeten kon worden met speciale windmeters.

### De wind, die meten we wel effe...

De weerkundigen hebben nu ruim een eeuw ervaring met windmeters. Naarmate de meetapparatuur verbeterde raakten de deskundigen er steeds meer van overtuigd dat het meten van wind een moeilijke of zelfs onmogelijke zaak is.
Wind is zo'n turbulent verschijnsel dat de nauwkeurigheid van elke windmeting, ondanks "perfecte" apparatuur en een ideale meetopstelling in het open veld, niet groot is. Dat stelt professor Wieringa, winddeskundige van het KNMI, in zijn artikel "Die wind, die meten we wel effe" (in: "Duurzame energie", 5, november 1988). Volgens Wieringa is het in veel gevallen beter om de gemiddelde wind te bepalen uit modelberekeningen dan uit metingen. Alleen in gebieden die moeilijk in modellen zijn onder te brengen, zoals het Limburgse heuvelland, binnensteden of de kustlijn, is het zinvol metingen te verrichten. In alle andere gevallen kan men zich de kosten en moeite besparen door eenvoudig gebruik te maken van

gepubliceerde windhandboeken.

### Waar moet een windmeter staan?

Wieringa heeft natuurlijk gelijk, maar zijn betoog geldt uiteraard niet voor de amateur, die uit puur belangstelling geïnteresseerd is in de wind. Het is echter goed om je te realiseren dat zulke windmetingen heel betrekkelijk zijn. Dat geldt zeker voor amateurs die meestal gedwongen zijn om hun windopstelling in een bebouwd gebied te plaatsen nabij schoorstenen en daken. De turbulentie, onregelmatige variaties in de richting en snelheid van de wind, is daar heel groot. In de bebouwde kom kan de wind daardoor heel vlagerig zijn en juist die vlagen kunnen gevaarlijk zijn. Wie regelmatig in de buurt van flatgebouwen fietst weet hoe verraderlijk de wind daar om de hoek kan komen.
De plaats waar de windmeter moet worden opgesteld moet dan ook aan strikte eisen voldoen. Zo moet de meethoogte voor een niet geheel vrijliggend punt minimaal vijf meter bedragen. Wie halverwege een mast meet, moet het instrument op een dwarsuithouder plaatsen, die minstens drie tot vijf maal zo lang is als de breedte van de paal. Uiteraard moeten de instrumenten robuust zijn en elektrische verbindingen door middel van waterdichte pluggen worden afgesloten. Zo'n zelfde verhaal geldt natuurlijk ook voor de windwijzer om de windrichting te bepalen.

### Windmeters voor amateurs

De windsnelheid wordt gemeten met een anemometer. Dat instrument bestaat uit drie of vier halve bollen die met stangetjes aan een draaibare as zijn bevestigd.
De wind oefent op de holle kant van zo'n bol meer kracht uit dan op de andere kant, zodat het geheel gaat draaien. Hoe harder de bolletjes roteren, hoe harder het waait.
Wanneer we het draaiende gedeelte van een magneet voorzien, die in een elektrische spoel draait, wordt stroom opgewekt. Die stroom is een maat voor de windsnelheid.
Men kan het best gebruik maken van een gelijkstroommotortje uit een oude cassetterecorder. Fietsdynamo's zijn minder geschikt omdat ze nogal zwaar draaien, tenzij van de magneet wat wordt afgevijld of gedraaid.
Windsnelheidsmeters zijn natuurlijk ook kant-en-klaar te koop. Winkels in scheepsartikelen hebben meestal een aardig assortiment in huis. De prijzen variëren van rond f 400,- tot ver boven f 1000,-.
Windwijzers zijn veel goedkoper. In tuincentra en grote warenhuizen zijn de fraaiste windrichtingaanwijzers voor slechts enkele tientjes te koop. De doe-het-zelver kan met betrekkelijk eenvoudige middelen zelf een windwijzer fabriceren.
Men moet ervoor zorgen dat een staaf of stang soepel draait op een paal. Dat kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van een rijwielnaaf of kogellagertjes. Aan een uiteinde van de stang, die horizontaal moet kunnen bewegen, wordt het vaanblad aangebracht. De artistieke doe-het-zelver kan hierop volop zijn kwaliteiten uitleven. De vorm doet er niet toe, als het oppervlak maar voldoende groot is om de wind goed te vangen en het zwaartepunt van de stang met het vaanblad precies in het draaipunt ligt.
De windwijzer kan men maken van hout, dat met een figuurzaag gemakkelijk te bewerken is. Beter is echter een licht metaal of polyester te gebruiken dat beter bestand is tegen weer en wind. Zie ook Mens & Wetenschap no. 2 1988, p. 190)

---

# Windsnelheidsmeter

J.H.I.IBELINGS

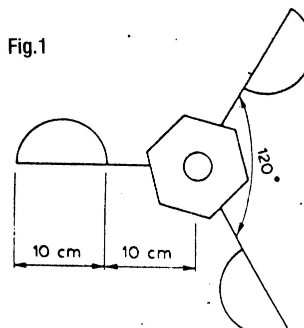
**Wind is een beweging van lucht ten opzichte van de Aarde. Wind ontstaat doordat de Zon onze lucht verwarmt waardoor deze lucht lichter wordt. De warme lucht stijgt en op de "lege" plaats wordt koude lucht aangezogen. Hiermee ontstaat, simpel gezegd, wind.**

Een heel zachte wind is goed te voelen door middel van een natte vinger. De verdamping van het vocht op deze vinger veroorzaakt een temperatuurdaling die wij voelen. Dit is een eenvoudige manier van wind meten, maar een duidelijke waarde van de windsnelheid levert dit niet op. In de loop der jaren zijn vele soorten windsnelheidsmeters ontwikkeld die bijna allemaal gebruik maken van het meten van luchtverplaatsing d.m.v. een mechanische (roterende) beweging.

### Anemometer

Voor het meten van de windsnelheid wordt meestal gebruik gemaakt van de zogenaamde cup-anemometer. Een fietsdynamo met daarop drie halve bollen is een heel simpel instrument om de windverplaatsing om te zetten in een elektrische spanning. Het nadeel van een dergelijk instrument is dat er vrij veel wind voor nodig is om de schoepen van de snelheidsmeter in beweging te krijgen.
Als we nu van de magneet het nodige afslijpen, kan dit bezwaar heel aardig worden opgeheven. Een andere mogelijkheid vormt het gebruik van een gelijkstroommotor uit een oude cassetterecorder.
De schoepen bestaan uit drie halve speelgoedballen met een diameter van ca. 8 centimeter. Zij worden op een afstand van 10 cm (hart bal - hart as) bevestigd. Dit gaat het beste met behulp van lichte fietsspaken. Sla de fietsspaken aan één uiteinde plat en lijm ze met tweecomponentenlijm met de platte kant op een schijfje dat boven op de kop van de dynamo geschroefd wordt (zie fig.1). Boor in de bollen gaatjes en gebruik het schroefdraad van de spaken om ze vast te zetten. De draairichting moet met de wijzers van de klok mee zijn. Hiermee wordt voorkomen dat de constructie direct losdraait. Kijk maar eens naar figuur 2.
De draden worden via een gelijkrichter aangesloten op een meter (fig.3). De condensator

Fig.1



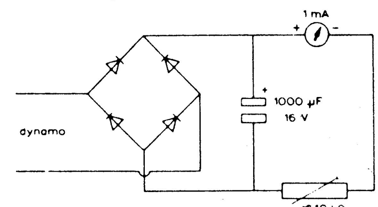




**Fig.3 Elektrisch schema voor de aansluiting van de fietsdynamo op de meter.**

**Materiaal:**
**1 dynamo**
**3 lichte fietsspaken**
**2 lichte ballen met een doorsnee van ca. 6-8 cm.**
**1 metalen schijfje**
**1 condensator 1000 mF, 16 volt**
**1 potentiometer, 10 kΩ**
**1 1 mA-draaispoelmeter**
**4 diodes**
**Twee-componentenlijm**

hebben we nodig om een rustige uitslag van de meter te krijgen. Het is er een van 1000 mF, 16 volt. Met de potentiometer kunnen we de gevoeligheid instellen. Die zal omstreeks de 10 kΩ zijn. Wij gebruikten een 1 mA-draaispoelmeter (dat luistert niet zo nauw).

Een eenvoudige ijking kunnen we doen door de windsnelheidsmeter uit een open dak van een rijdende auto te steken, ongeveer 75 centimeter daarbovenuit. Door nu een aantal keren met dezelfde snelheid dezelfde rechte weg te rijden, krijgen we een redelijk gemiddelde, zonder al te veel invloed van de wind. Het is natuurlijk wel verstandig deze procedure uit te voeren bij uiterst weinig wind en bij verschillende rijsnelheden. Door nu alle gemiddelden uit te zetten in een grafiek krijgen we een ijking van de meter (zie fig.4).

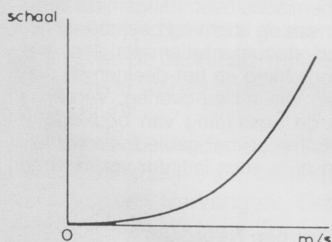
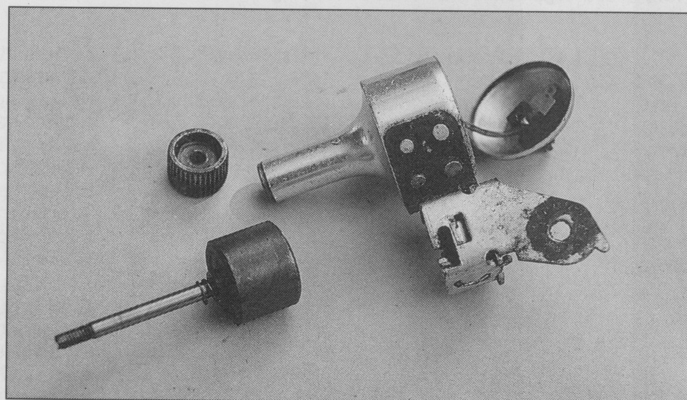
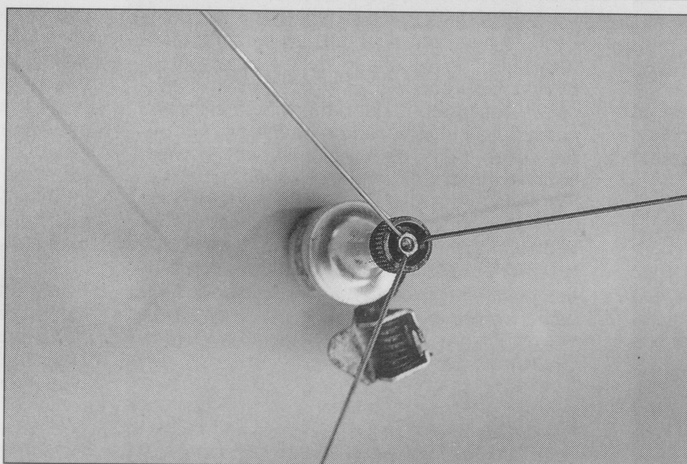



**Fig.4. Zet de gemeten waarden uit in een grafiek om de snelheidsmeter te ijken.**



**Om een lichte draaiing van onze anemometer te realiseren moeten we van de magneet wat materiaal afschuren. Het best kan dat door het asje in een boormachine te klemmen en vervolgens al draaiend te schuren. Regelmatig even controleren om te voorkomen dat we teveel materiaal weghalen.**



**Met tweecomponentenlijm lijmen we de drie spaakjes in het dynamowieltje.**

# Milieu-organisaties in Nederland

**Korte omschrijving milieu-organisaties en andere instellingen die zich met het milieu bezig houden**

**Aktie Strohalm**
Oude gracht 42, 3511 AR Utrecht. 030-314314
De doelstelling van Aktie Strohalm is het alarmeren van mensen inzake problemen met betrekking tot milieu en maatschappij, het duidelijk maken van de oorzaken en het uitwerken van de oplossingen voor dit probleem.
De organisatie Strohalm houdt zich o.a. bezig met het maken en verspreiden van actiemateriaal op het gebied van milieu, antiracisme, antifascisme, e.a. en beschikt daartoe over een distributiecentrum in Utrecht.

**Cmer** (Commissie milieu effect rapportage)
Mariaplaats 3, Postbus 2345, 3500 GH Utrecht. 030-331443
De Cmer is een onafhankelijke commissie van deskundigen die, in het kader van de wet algemene bepalingen milieuhygiëne, adviseert aan overheidsinstanties over: de gewenste inhoud van milieu-effectrapporten; de volledigheid en kwaliteit van milieu-effectrapporten; verzoeken om ontheffing van de verplichting tot opstelling van een milieu-effectrapport.

**IVN** (Instituut voor Natuurbeschermingseducatie.
Plantage Middenlaan 41, Postbus 20123, 1000 HC Amsterdam. 020-228115, postgiro 347147
Het IVN is een landelijke vereniging van vrijwilligers die zich bezighoudt met allerlei activiteiten op het gebied van natuur- en milieu-educatie. Verspreid over het hele land zijn er ruim 160 afdelingen met in totaal meer dan 13500 leden. Door voorlichting en educatie willen IVN-ers iedereen liefde bijbrengen voor de ons resterende natuur en wijzen op het belang van een gezond milieu. Zeker in deze tijd en in een zo dicht bevolkt land als het onze is dat een grote noodzaak.

**IVAM** (Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Amsterdam)
Plantage Muidergracht 14, 1018 TV Amsterdam. 020-5256206
Hoogleraren: Prof. Dr. L. Reijnders en Prof. Dr. E. Tellegen.
De vakgroep verzorgt milieukunde onderwijs voor studenten uit de faculteiten van de universiteit, alsmede van het HBO. Met drie andere universiteiten verzorgt ze een post-doctorale beroepsopleiding milieukunde en met de Universiteit van Wales een eenjarige opleiding op het gebied van de milieu-effectrapportage.
Het onderzoek van de vakgroep betreft afval- en energievraagstukken. Het afvalonderzoek richt zich geleidelijk aan meer op bedrijfsafvalstoffen en op preventie van het ontstaan van afval. In het energieonderzoek worden verschillende mogelijkheden van toepassing van duurzame energiebronnen en energiebesparing afzonderlijk en in combinatie onderzocht.

**De Kleine Aarde** (Milieu-edukatie en voorlichtingscentrum)
Munsel 17, Postbus 151, 5280 AD Boxtel. 04116-84921
De Kleine Aarde wil zoveel mogelijk mensen interesseren voor een gezonde, milieuvriendelijke leefwijze, gebaseerd op landbouwmethoden, voedingsgewoonten en gebruik van duurzame grondstoffen die ons milieu ontzien en ook een duurzame ontwikkeling in andere landen stimuleert.
Concreet werkt De Kleine Aarde aan biologische landbouw, ecologische voeding (met weinig vlees), flinke besparing op grondstoffen en energie, gebruik van schone, duurzame energie en het voorkomen en hergebruik van afval.

**LAC** (Landbouwadviescommissie Milieukritische Stoffen)
Ministerie van Landbouw, Bezuidenhoutseweg 73, Postbus 20401, 2500 EK Den Haag. 070-792627
De LAC geeft gevraagd en ongevraagd advies aan het Ministerie van Landbouw & Visserij t.a.v. verontreiniging van voedselketens met milieuonvriendelijke stoffen (en wel met name het signaleren, voorkomen en bestrijden).
De LAC bestaat uit diverse stuur- en werkgroepen op gespecialiseerde terreinen.

**Milieu Educatief Centrum voor Zeeland** (in oprichting)
Postbus 2163, 4460 MD Goes. 01100-32531
De Stichting Milieu Educatief Centrum voor Zeeland heeft ten doel om, als eerste provinciaal M.E.C. in Nederland, het milieubewustzijn bij haar doelgroepen te vergroten. De belangrijkste doelgroep is het onderwijs, maar daarnaast zullen er ook aan de bevolking, het bedrijfsleven en de regionale overheden, voorzieningen worden aangeboden.
Het Milieu Educatief Centrum is duidelijk geen protestorganisatie, maar streeft ernaar om via voorlichting en samenwerking met de doelgroepen en andere milieu- en natuurorganisaties te komen tot een structureel beter en leefbaarder milieu.

**Nederland gifvrij**
Donkerstraat 17, 3511 KB Utrecht. 030-331328, postgiro 2203839
Nederland gifvrij is een landelijke milieu-organisatie die bewoners en milieugroepen helpt met problemen op het gebied van bodemverontreiniging. Zij kan antwoord geven op vragen als: waar kan ik een bodemonderzoek laten doen? Wat is de taak van de gemeente als de bodem vervuild is? Men kan ook een technisch advies geven over de sanering van de vervuiling. Ook wordt het overheidsbeleid t.a.v. bodemverontreiniging kritisch gevolgd en in positieve zin beïnvloed.

**Stichting Greenpeace Nederland**
Keizersgracht 174, 1016 DW Amsterdam. 020-261877, fax 020-221272, telex 16389 G.R.P.C.N.L., Rabo Bank 39.37.60.006
Greenpeace is een internationale milieuorganisatie die zich bezighoudt met de gevaren waarmee de mens de natuur bedreigt. Door middel van geweldloze acties vestigt Greenpeace de aandacht op de bedreigingen van het leven om ons heen (in met name de zeeën en oceanen). Men voert actie onder andere actie tegen de jacht op walvissen en zeehonden, het dumpen en lozen van chemisch en radioactief afval in zee en het nemen van kernproeven.

**Stichting Milieu-Educatie**
F.C. Dondersstraat 17, Postbus 13030, 3507 LA Utrecht. 030-713734
Stichting Milieu-Educatie (SME) is een landelijke milieuorganisatie gespecialiseerd in educatie. Zij ontwikkelt educatieve materialen, programma's, beleidsplannen en geeft het tijdschrift Milieu-Educatie uit. Voor het onderwijs, vorming, scholing en milieuvoorlichting.
De educatieve materialen zoals les- en cursuspakketten, spelen, diaseries, video's ern affichescries gaan over verschillende milieuonderwerpen.

**Stichting Mondiaal Alternatief (MA/FEDA)**
(Foundation for Ecological Development Alternatives)
Postbus 168, 2040 AD Zandvoort. 072-155680
De Stichting Mondiaal Alternatief heeft als doelstelling:
-erkenning en naleving van de fundamentele rechten van mens en natuur met het verschijnsel leven als universeel uitgangspunt;
-vertaling van ecologische wetmatigheden in sociale gedragspatronen;
-biodynamisch stabiele vorm van de wereldsamenleving als een van de voorwaarden tot universeel welzijn.

**Stichting Natuur & Milieu**
Donkerstraat 17, 3511 KB Utrecht. 030-331328
De SNM is een landelijke, particuliere organisatie die zich inzet voor een schoon milieu en voor het behoud van natuur en landschap. De stichting probeert op verschillende manieren haar doelstelling te verwezenlijken.
Veel van de inspanningen zijn gericht op regering en parlement. Verder spant de stichting jaarlijks vele tientallen bezwarenprocedures aan tegen vervuilers en aantasters van natuur en landschap, men bevordert milieuvriendelijke alternatieven in bijvoorbeeld de landbouw, de industrie, het verkeer en het huishouden, men geeft voorlichting en is uitgever van het maandblad Natuur & Milieu.

**Stichting Natuurverrijking**
Opperduit 362, 2941 AR Lekkerkerk. 01805-3053, postgiro 5492641
De Stichting Natuurverrijking stelt zich ten doel natuurkennis en milieubewustzijn te bevorderen en streeft naar beperking van produktie en gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen.
De activiteiten van de stichting bestaan uit het publiceren van documentatiematerialen, het geven van voorlichting en het deelnemen aan diverse vormen van milieu-overleg. Verder is men actief in de bestrijding van bedrieglijke reclame, met name op het gebied van verdelgingsmiddelen en is men initiator van diverse onderzoeken.

**Stichting Werkgroep Noordzee**
Vossiusstraat 20-III, 1071 AD Amsterdam. 020-761477, fax 020-753806, postgiro 3666563
De Stichting Werkgroep Noordzee stelt zich ten doel het natuurlijk milieu in de Noordzee zoveel mogelijk te beschermen en aantasting daarvan ongedaan te maken.
Daartoe onderneemt zij op nationaal en internationaal niveau activiteiten, die erop gericht zijn overheid en particulieren onder druk te zetten om zorgvuldig met het Noordzeemilieu om te gaan.

**Vereniging Milieudefensie**
Damrak 26, Postbus 19199, 1000 GD Amsterdam. 020-221366, giro 10.2000
Milieudefensie is een actieve, onafhankelijke organisatie die op een veelzijdige manier vecht voor het milieu. Of het nu om chemisch afval, zure regen, kernenergie of de ozon-laag gaat, milieudefensie signaleert milieuproblemen vroegtijdig en draagt oplossingen aan. Zonodig voert men actie.
De vereniging heeft 19.000 leden die, verspreid over Nederland, in de vorm van kerngroepen acties ondernemen. Het maandblad Milieudefensie geeft nieuws, opinies en achtergronden.

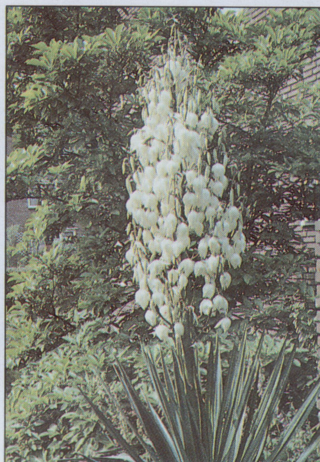
**Wereld Natuur Fonds**
1e Hogeweg 2, Postbus 7, 3700 AA Zeist. 03404-22164
Men stelt zich ten doel gelden bijeen te brengen t.b.v. het nationale en internationale natuurbehoud en natuurbeschermingseducatie.

MICRO-MINIATUURTJE

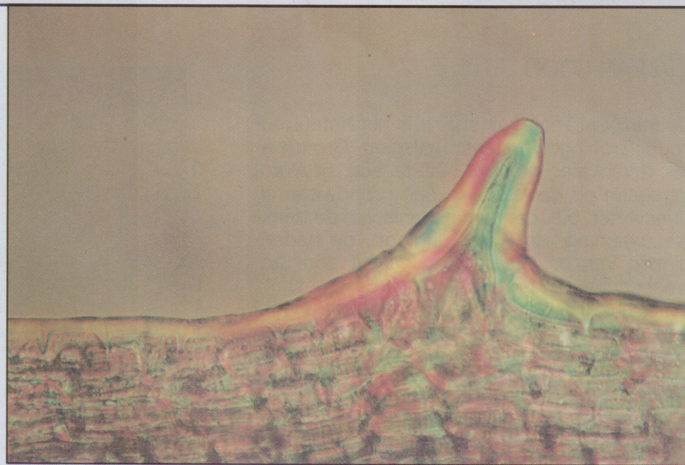
# De adamsnaalden van de yucca

STEVEN W. FIJNVANDRAAT

Adamsnaalden, zo worden de harde houtige bladeren van de Yucca genoemd. De bladeren zijn voorzien van talloze tandjes en eindigen in een scherpe punt, die als we niet uitkijken ons flink kunnen bezeren.
Van deze oorspronkelijk middenamerikaanse plant worden enkele soorten in Nederland geteeld. Als tuinplant treffen we meestal de Yucca flaccida aan. Deze, ook wel palmlelie genoemde plant bloeit meestal pas na vijf jaar. In de zomer groeit een dikke bloemstengel uit de rozetvormige bladeren. Aan het einde van de stengel vormt zich een grote pluim. Hieraan hangen 4-5 cm grote klokvormige bloemen die geel-wit van kleur zijn.
Voor de bestuiving van haar bloemen is de yucca afhankelijk van de yucca-mot. In onze streken komt dit insekt niet voor waardoor de plant hier geen zaden kan produceren. De yucca's in onze streken lossen dit op door met ondergrondse uitlopers nieuwe stekken te laten verschijnen.
Voor bezitters van een microscoop is de yucca een interessant studieobject.
Een mooi dun preparaat met huidmondjes verkrijgen we eenvoudig door een yuccablad sterk te buigen. De opperhuid laat dan los, waardoor zonder te snijden een vliesje van het blad afgetrokken kan worden.
Het maken van een coupe van een yucca-blad gaat minder gemakkelijk. Dit komt door de houtachtige cellen, die het gebruik van een scherp (scheer)mesje noodzakelijk maken.
De coupes worden eerst in water gelegd. De dunste coupes plaatsen we in een druppel glycerine op een objectglas. Tot slot een dekglaasje erop.
Als luchtbelletjes het preparaat bederven kan dit verholpen worden door het preparaat iets te verwarmen en enige tijd (soms dagen) weg te zetten.



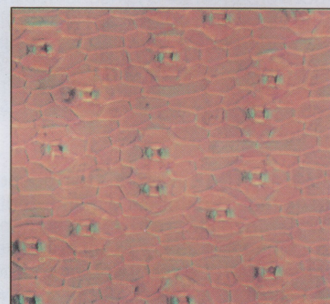
Bloeiende yucca flaccida.



De rand van een blad is bezet met email-harde tandjes; per bladkant ongeveer 3000. Eén tandje bekeken in gepolariseerd licht, V=200X



Een coupe van een yucca-blad; V=60X



De huidmondjes van de yucca hebben een bijzondere vorm, V=140X

LIA VAN LOON

**Groningen:** Tot 13 oktober is in het Natuurmuseum Groningen de tentoonstelling "Grondwater, drinkwater, één pot nat" te zien. Er wordt ingegaan op de relatie tussen grondwater en drinkwater: o.a. de geschiedenis van de drinkwaterwinning, de waterkringloop, de bedreigingen van de grondwaterkwaliteit door gewasbeschermingsmiddelen en overbemesting. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en op zaterdag en zondag van 14 tot 17 uur. Het adres is St.Walburgstraat 9 in Groningen, telefoon 050-134737.

**Amsterdam:** Tot en met 3 september is in het Allard Pierson Museum de tentoonstelling "Cyprus, eiland van Aphrodite" te zien. Ongeveer 300 niet eerder in ons land tentoongestelde voorwerpen uit de Cyprische beschaving daterend van 4000 voor Chr. tot 300 na Chr. zijn er te bewonderen. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en op zaterdag en zondag van 13 tot 17 uur. Het adres is Oude Turfmarkt 127 in Amsterdam, telefoon 020-5252556.

**Steyl (Lb):** De botanische tuin Jochumhof heeft tot en met 31 oktober de thema-tentoonstelling "Waternood, leven en dood" binnen haar poorten. Ongeveer 75% van het oppervlak van onze planeet wordt door water ingenomen. Hiervan kan slechts een zeer klein deel worden gebruikt. De tentoonstelling gaat in op het grote belang van water. Enerzijds kent de Aarde grote gebieden met een tekort aan water (Sahel), terwijl elders het leven bijna onmogelijk is door voortdurende overstromingen (Bangladesh). Voorts wordt ingegaan op de problematiek van een goed hergebruik. De openingstijden zijn dagelijks van 11 tot 17 uur. Het adres is Maashoek 2b in Steyl (gemeente Tegelen), telefoon 077-733020 (na kantooruren 077-733933).

**Den Haag:** In het Museon is tot 10 september de tentoonstelling "Bodel Nijenhuis" te zien. Een unieke collectie van oude aardrijkskundige kaarten, verzameld door Bodel Nijenhuis van de Leidse Universiteit. De openingstijden zijn op zaterdag en zondag van 12 tot 17 uur. Het adres is Stadhouderslaan 41 in Den Haag, telefoon 070-514181.

**Oostkapelle:** Tot en met 1 oktober is er in het Zeeuws Biologisch Museum een tentoonstelling te zien over de zijdecultuur. Getoond worden o.a. de biologische cyclus van de zijdevlinder van eitje tot cocon; de cultuurhistorische kant: o.a. het afhaspelen van een zijdecocon tot zijdedraad en de verschillende soorten zijde. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 11 tot 17 uur en op maandag, zaterdag en zondag van 13.30 tot 17 uur. Het adres is Duinvlietweg 6 in Oostkapelle, telefoon 01188-2620.

**Leiden:** In het Rijksmuseum voor Volkenkunde is tot 30 september een overzichtstentoonstelling te zien over Afghanistan. Dit door oorlog verscheurde land kent tal van boeiende aspecten die in de tentoonstelling worden belicht. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met zaterdag van 10 tot 17 uur en op zondag van 13 tot 17 uur. Het adres is Steenstraat 1 in Leiden, telefoon 071-211824.

**Franeker:** In het Eise Eisinga Planetarium zijn tot eind september twee tentoonstellingen te zien. Eén handelt over zonnewijzers, oude Friese en zelf te maken exemplaren. De andere tentoonstelling gaat over de geschiedenis van het Maanonderzoek getiteld "20 jaar na de eerste voet op de Maan". De openingstijden zijn van dinsdag tot en met zaterdag van 10 tot 12.30 en van 13.30 tot 17 uur. Het adres is Eise Eisingastraat 3 in Franeker, telefoon 05170-3070.

**Arnhem:** Vlinders zijn in het bezoekerscentrum De Watermolen het onderwerp van een tentoonstelling over deze mooie, maar bedreigde insekten. Er zijn info-panelen en demonstratiekooien met levende vlinders, poppen en rupsen te zien. Er wordt ingegaan op vlinders uit allerlei milieu's in ons land. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 9.30 tot 16.30 uur en op zaterdag en zondag van 12.30 tot 16.30 uur. Het adres is Zijpendaalseweg 24 in Arnhem, telefoon 085-450660.

**Eindhoven:** De tentoonstelling "De bij en Wij" is tot 9 oktober te zien in het Milieu Educatie Centrum. Er wordt ingegaan op zowel de ecologische als de economische betekenis van bijen en hommels. De verschillende biologische processen worden uitgelegd aan de hand van o.a. video, computersimulatie, elektrospel en maquettes. De openingstijden zijn van maandag tot en met vrijdag van 13.30 tot 17 uur en op zondag van 14 tot 17 uur. Het adres is Genneperweg 145 in Eindhoven, telefoon 040-526665.

**Rotterdam:** In het Natuurmuseum Rotterdam is tot en met 6 september een tentoonstelling te zien over neushoorns getiteld: "Op sterven na dood". Er wordt ingegaan op de nu levende neushoorns en de grote bedreigingen, die deze enorme dieren door de felle jacht die er op hen wordt gemaakt, ondergaan. Voorts wordt aandacht besteed aan fossiele neushoorns die ooit tijdens warmere perioden, vele honderduizenden jaren geleden, in ons land leefden. De openingstijden zijn van maandag tot en met vrijdag van 10 tot 16 uur. Het adres is Westzeedijk 345 Rotterdam, telefoon 010-4364222.

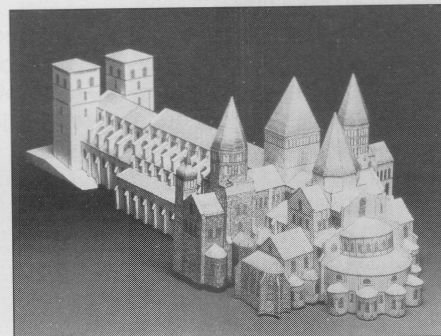


**Drimmelen:** In het Biesboschbezoekerscentrum is tot eind september de tentoonstelling "Waterrecreatie" te zien. De tentoonstelling geeft een overzicht van de problemen rond de waterrecreatie en probeert hier oplossingen voor aan te dragen. Voorts wordt informatie gegeven over de Biesbosch als Nationaal Park en hoe de flora en fauna met zorg moet worden benaderd door de recreanten. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur, op zaterdag van 13 tot 17 uur en op zondag van 11 tot 17 uur. Het adres is Dorpsstraat 14 in Drimmelen, telefoon 01626-2991.

**Olst:** Het Geologisch Museum De IJsselvallei heeft van 1 juli tot en met 31 oktober de tentoonstelling "Oostelijke zwerfsteenfossielen" binnen haar muren. De tentoonstelling laat de bijna oudste fossielen ter wereld zien, door landijs aangevoerd vanuit het Oostzeegebied naar ons land tijdens de Saale-ijstijd. De openingstijden zijn elke tweede zaterdag van de maand van 9 tot 12.30 en van 13.30 tot 17 uur en elke tweede zondag van 10 tot 12.30 en van 13.30 tot 17 uur. Het adres is Eikelhof 12 in Olst, telefoon 05708-3633.

**Tilburg:** Tot en met 1 oktober is in het Noordbrabants Natuurmuseum een tentoonstelling over vleermuizen te zien. Deze interessante dieren komen nog op veel plaatsen in ons land voor, maar een aantal soorten loopt sterk terug doordat hun verblijven, zoals oude schuren, torens en zolders verdwijnen of worden dichtgetimmerd. Ook zijn deze dieren zeer gevoelig voor de achteruitgang van het milieu. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en in het weekeinde van 13 tot 17 uur. Het adres is Spoorlaan 434 in Tilburg, telefoon 013-353935.

**Gorinchem:** Tot en met 22 oktober is in het museum "Dit is Bethlehem" de tentoonstelling "Wereld van karton" te zien. Getoond worden modellen van kastelen, molens, schepen, old timers, vogels en vliegtuigen, daterend uit de



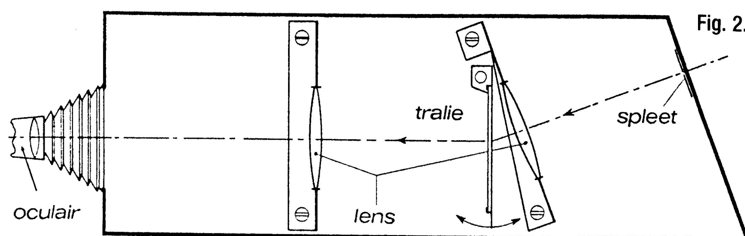
19e en 20e eeuw en allemaal vervaardigd van karton. De openingstijden zijn van woensdag tot en met zondag van 14 tot 17 uur. Het adres is Gasthuistraat 25 in Gorinchem, telefoon 01830-32821.

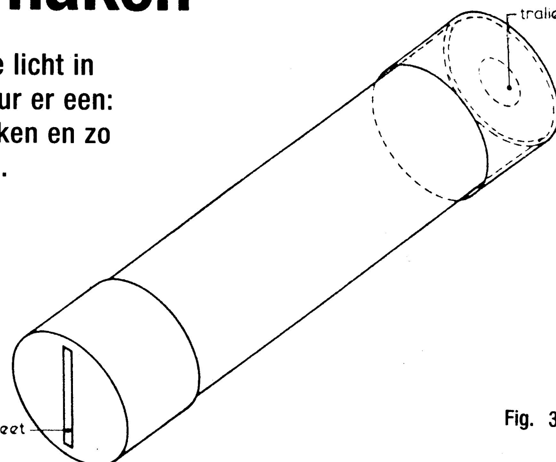
**In het Museon** in Den Haag kunnen bezoekers van 14 juli t/m 3 september in het biologiepracticum levende vlinders, rupsen en poppen bekijken, deels ook onder de microscoop. Ze horen dan van een deskundige hoe vlinders leven en wat men kan doen om meer vlinders in de eigen tuin te krijgen.
In het jaar van de vlinders verzorgt het Museon dagelijks een "workshop" met een kleine tentoonstelling van Nederlandse en tropische dagvlinders. Kinderen kunnen onder begeleiding van een docent een "doe en vraag" boekje uitwerken (met prijsvraag).
U kunt hiervoor tussen 14 juli en 3 september elke dag terecht, behalve zaterdag (van 10.00 tot 17.00 uur, 's zondags van 12.00 tot 17.00 uur).

**Heerlen:** In het Thermenmuseum is tot eind september de tentoonstelling "Tumuli. Romeinse grafheuvels" te zien. De openingstijden zijn van dinsdag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en op zaterdag en zondag van 14 tot 17 uur. Het adres is Coriovallumstraat in Heerlen, telefoon 045-764581.

# Zelf een handspectroscoop maken

**Spectroscoop is een moeilijk woord voor een ding, waarmee je licht in zijn samenstellende kleuren kunt ontleden. Soms levert de natuur er een: de regenboog. Dan zijn het waterdruppels, die als prisma's werken en zo het zonlicht ontleden "in de kleuren van de regenboog".**



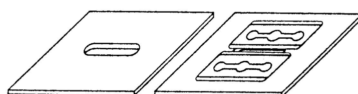



Fig. 1. Het maken van een spleet van scheermesjes.

In het algemeen echter moeten we zelf een apparaatje maken, dat het licht ontleedt. Door het ontleden van licht van een lichtbron (men noemt dat het bepalen van het spectrum) kunnen we in veel gevallen bepalen, hoe die lichtbron is samengesteld.

## Sterren en Zon

Een belangrijk voorbeeld hiervan is het bepalen van sterspectra: door het ontleden van het uiterst zwakke licht van de sterren heeft men kunnen bepalen, uit welke elementen sterren bestaan. Ook bij een niet-"uiterst zwakke ster", namelijk de Zon, spelen spectra een belangrijke rol. Zo is het element helium in zonnespectra aangetoond, vóórdat het op Aarde gevonden was.

## Vierdelig

Een "echte" spectroscoop bestaat uit vier belangrijke onderdelen:
1. de kleurontleder (b.v. een prisma)
2. de spleet
3. de lenzen
4. de registratie van het spectrum.

Het geheel moet natuurlijk door een (stabiele) constructie bij elkaar gehouden worden. We zullen de verschillende onderdelen nu eens wat nader bekijken.

## Onderdelen

1. de kleurontleder. Vroeger kwam eigenlijk alleen het prisma in aanmerking voor amateurgebruik. Zo'n prisma is tamelijk duur; daarom werden wel vloeistofprisma's gebruikt, die echter niet zo eenvoudig te maken zijn. Behalve een prisma kan ook een tralie gebruikt worden om een spectrum te ontwerpen. Tot voor kort waren tralies onbetaalbaar voor een eenvoudig amateur. Sinds enige tijd beschikt de Stichting De Jonge Onderzoekers over tralies, die z.g. replica's zijn van "echte" tralies. Ze hebben 600 lijnen per millimeter, en meten 5 x 5 centimeter (zo'n tralie heeft dus 300 000 lijnen!).
Hoe zo'n tralie werkt staat uitvoerig beschreven in projectmap 19: "Wat is een spectrograaf en hoe maak je er een?" We volstaan hier dan ook met te vermelden, dat zo'n tralie goedkoop is en eenvoudig in het gebruik.
2. de spleet. Een heel mooie spleet kun je maken van twee roestvrij stalen scheermesjes. De scheermesjes lijm je op een plaatje, dat een brede gleuf in het midden heeft (fig. 1). Om de spleet nauwkeurig evenwijdig te maken, kun je tussen de spleetmesjes één of meer andere mesjes houden. Dan schuif je de spleetmesjes er zo goed mogelijk tegen aan. Als de lijm droog is, heb je een nauwkeurige spleet. Het beste is, om een reeks spleten te maken, oplopend van b.v. 0,05 millimeter tot 1 millimeter. Hoe smaller de spleet, hoe mooier het spectrum, maar ook hoe lichtzwakker. Het hangt dus van de sterkte van de lichtbron en van de kwaliteit van de spectroscoop af, wat voor spleet je het beste kunt gebruiken.
3. de lenzen. In een echte spectroscoop zitten twee lensstelsels: de ene dient om het licht dat door de spleet op de lens valt, om te zetten in een evenwijdige bundel (de spleet staat dus in het brandvlak van de lens). Aan deze lens worden geen hoge eisen gesteld: een enkelvoudige lens of een brilleglas doen het goed.
Aan de tweede lens, die het beeld levert, worden hogere eisen gesteld; de lens van een fototoestel (b.v. van een oude 9 x 12 platencamera) kan hier goed van pas komen. In fig. 2 is een complete spectroscoop afgebeeld.
4. de registratie. In veel gevallen moet een spectrum worden vastgelegd, b.v. voor verdere bestudering. Dat gebeurt vaak fotografisch.

## Eenvoudiger

Misschien wil je eerst een eenvoudiger spectroscoop maken. Dat kan ook: neem een kartonnen buisje van b.v. 3 centimeter diameter en 25 centimeter lang (zoals de kartonnen kokertjes van sommige keukenrollen). Maak aan de ene kant een dekseltje, waarop het tralie bevestigd is. Maak aan de andere kant een dekseltje waarin een spleet zit; voor een eerste proef kun je ook wel een spleet maken van ondoorzichtig papier in plaats van met scheermesjes.
Richt nu de "spectroscoop" met de spleet naar een lichtbron (gloeilamp, TL-buis) en draai aan het tralie todat je een duidelijk spectrum ziet. Je spectroscoop is nu klaar voor gebruik.

## Onderzoek

Bestudeer verschillende lichtbronnen. Vergelijk b.v. het spectrum van een gloeilamp met dat van een TL-buis. In dat van de TL-buis zie je kwiklijnen. Met een beetje meer oefening kun je de spectra van vlammen (emissiespectra) zien, b.v. van keukenzout. Doop een lucifer in keukenzout. Bij verbranding zie je dan de bekende gele kleur (van het natrium uit het keukenzout). Met koperzouten krijg je een groene kleur. Je kunt ook filters, b.v. fotografische filters, testen door ze voor een gloeilamp te zetten en met de spectroscoop te kijken welk gedeelte van het spectrum verdwijnt: die kleuren worden blijkbaar door het filter tegengehouden.
Het hier genoemde tralie kan bij de Federatie DJO besteld worden. ■

# Kijken door een Van Leeuwenhoek microscoop

DR. HAN WILLEMSE

**De microscoopjes die Van Leeuwenhoek maakte zijn eigenlijk heel eenvoudig van bouw en toch zijn hun optische prestaties bijzonder goed. Zij bestaan uit niet meer dan een erg sterke loep die heel precies en stabiel scherpgesteld kan worden op het voorwerp dat we willen bekijken.**

In feite is het geheel zó eenvoudig dat het uitdaagt tot nabouwen en het is eigenlijk verbazingwekkend dat dat nabouwen zo weinig gebeurt. In M&W van april 1989 vinden we de verwijzing naar een handleiding om zelf op moderne manier zo'n eenvoudig microscoopje in elkaar te zetten.

### Een loep en zijn gebruik

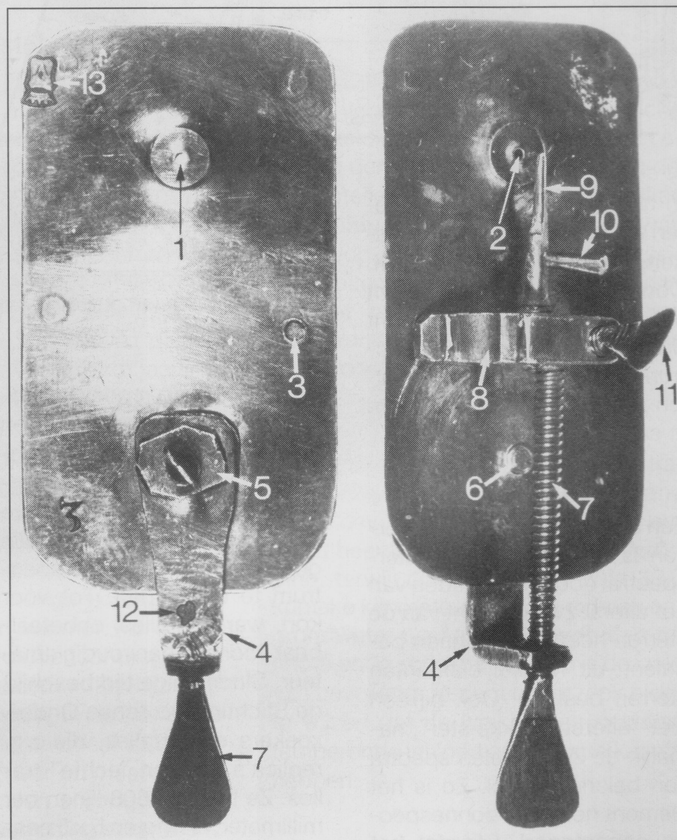
In de meest eenvoudige uitvoering kan een loep bestaan uit één enkel stukje glas, dat aan beide zijden bol geslepen is. Wie echter wel eens een betere kwaliteit loep nader bekeken heeft, zal gemerkt hebben dat die is opgebouwd als een klein lenzenstelseltje met meestal twee lensjes. Het doel van die ingewikkelder opbouw is het verbeteren van de beeldkwaliteit; zo kan bijvoorbeeld vermeden worden dat we gekleurde randjes zien in het vergrote beeld. Een duidelijk overzicht van de manier waarop met een loep van een klein voorwerp een vergroot beeld wordt gevormd, vinden we in het boek "Microscopie voor school en thuis" door H.Schouten. Daar wordt ook ingegaan op de karakteristieke fouten die een enkelvoudige lens heeft.
Om met een loep een zo goed mogelijk resultaat te krijgen, moeten we hem vlak voor ons oog houden. Vrij dicht achter de loep komt dan het bloemetje of een ander voorwerp dat we vergroot willen zien. Daarbij wordt de loep stilgehouden en bewegen we het voorwerp een beetje van de loep af en naar de loep toe, totdat we het zo scherp mogelijk zien. Met loepen die tot zo'n 10 à 12 maal vergroten lukt dat uit de vrije hand scherpstellen èn het voorwerp stilhouden nog heel goed. Met loepen die een (veel) sterkere vergroting hebben is dat moeilijk of zelfs totaal onmogelijk.

### Een bijzonder sterke loep

Toch is het werken met een loep die tientallen of zelfs enkele honderden malen vergroot heel goed te realiseren, maar er moeten dan een paar extra voorzieningen getroffen worden. Ten eerste moet het voorwerp of object stevig op een object"tafel" bevestigd worden. Ten tweede moeten objecttafel en loep op een stabiele manier met elkaar verbonden worden. Ten derde moet er een heel fijn werkend scherpstelmechanisme zijn waarmee loep en object op precies de goede afstand van elkaar gebracht en gehouden kunnen worden.
Het apparaatje, waarin dit alles verenigd is, vormt in feite een enkelvoudige microscoop. Enkelvoudig slaat dan op het feit dat er in deze microscoop maar één lens aanwezig is.

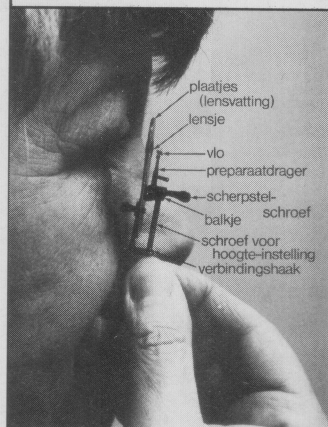
### Een Van Leeuwenhoek microscoop

In afb. 1 zien we hoe het microscoopje gebruikt wordt om te kijken naar bijvoorbeeld een kattevlo, die met een beetje was is vastgekit op het stiftje dat als objecttafel dient. Dit microscoopje vergroot 63x, zodat van de vlo hooguit de kop met de stekende monddelen (afb. 4) of een poot (afb. 5) in het beeldveld passen. In afb. 1 zijn een aantal verschillende onderdelen van het microscoopje al van een bijschrift voorzien. Die onderdelen worden in afb. 2 en 3 nog eens preciezer afgebeeld en met cijfers aangegeven.




**Afb. 2 + 3: Van het lensje (1, 2) is maar een klein gedeelte zichtbaar. Het is gevat tussen twee zilveren plaatjes die met klinknageltjes (één daarvan is met 3 gemerkt) aan elkaar bevestigd zijn. Ter plaatse van het lensje hebben de plaatjes een kleine uitbolling met in het midden een gaatje. Dat gaatje is vergelijkbaar met de diafragma-opening van de lens van een fototoestel. Die opening is vrij klein, hetgeen ongunstig is wat de lichtsterkte van het beeld betreft, maar gunstig voor de beeldscherpte.**
**De aan elkaar geklonken plaatjes, die als lensvatting dienen, vormen een mechanisch stevig geheel. Vervolgens is er de haak (4) die enerzijds een stevige basis vormt voor de "objecttafel" en anderzijds deze objecttafel op een stabiele manier verbindt met de plaatjes. Met de schroef (5) komt deze verbinding tot stand. Bij (6) zien we waar de schroef door de plaatjes weer naar buiten komt. In de andere zijde van de haak vinden we de lange schroef (7) die het balkje (8) draagt. In het balkje is de stiftvormige preparaathouder, de eigenlijke objecttafel, ingeplant. Op de punt van deze stift kan met een beetje was een object worden vastgekit zoals de vlo in afb. 1.**

Om een bepaald deel van de vlo precies voor het lensje te brengen, hebben we een drieledige instelmogelijkheid. Ten eerste kan de stift met het hefboompje (10) om zijn lengte-as gedraaid worden. Ten tweede kan het balkje met de schroef (7) omhoog en omlaag verplaatst worden. Ten derde kan, als de schroef (5) niet te strak is vastgedraaid, de haak met alles wat daarop staat heen en weer zwaaien, zodat het object voor het lensje naar




**Afb. 1: Op deze manier wordt een Van Leeuwenhoek microscoopje gehanteerd.**

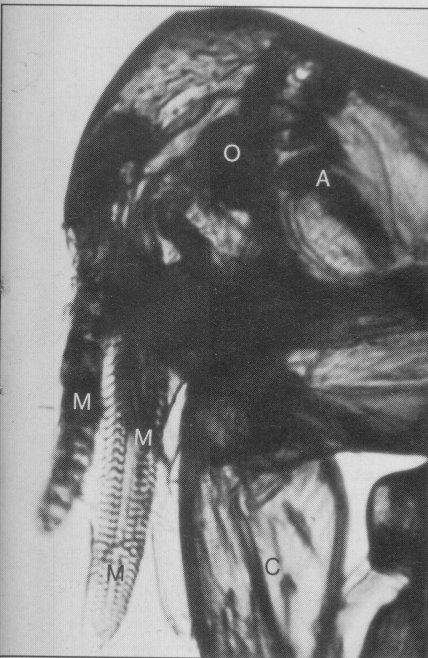
links en rechts geschoven kan worden.
Tenslotte is er natuurlijk nog behoefte aan een scherpstelmogelijkheid. Doordat de schroef (11) door het balkje heen steekt en tegen de plaatjes rust, kan draaien aan deze schroef het balkje en daarmee het object op de stift van het lensje af en naar het lensje toe brengen. Is op deze manier scherpgesteld, dan blijft het beeld ook scherp.
Deze instel- en scherpstel-onderdelen zijn een onmisbaar onderdeel van het microscoopje. Zonder deze apparatuur zou het niet mogelijk zijn om bij de sterke vergroting, die het lensje geeft, goed scherp te stellen en het beeld scherp te houden.

## Het lensje

Het is een wijdverbreid misverstand dat de lensjes in de Van Leeuwenhoek microscoopjes uit bolletjes glas zouden bestaan, die verkregen kunnen worden door het uiteinde van een dunne glasdraad in de vlam te houden. Uiteraard is het wel mogelijk om op die manier aan het eind van de draad een klein glasbolletje te smelten, maar een dergelijk bolletje is als lensje niet zo geschikt.
Toch heeft Van Leeuwenhoek op de een of andere manier gebruik gemaakt van de glasblaastechniek, want in één van de nu nog bekende microscoopjes zit een lensje waarvan in ieder geval duidelijk is dat het niet geslepen werd. Hoe dat lensje gemaakt is weten we helaas niet uit de geschriften van Van Leeuwenhoek zelf, want hij heeft over de bouw van zijn microscoopjes eigenlijk niets geschreven. Door het lensje nauwkeurig te bestuderen en door zelf met glas te experimenteren heeft Van Zuylen (in: Palm & Snelders, 1981) de meest waarschijnlijke oplossing gevonden. Wanneer een glazen buis met zijn uiteinde in een vlam gehouden wordt, is het mogelijk om dat uiteinde dicht te smelten. Blazen we nu op het andere einde van de buis terwijl dat dichtgesmolten einde nog voldoende heet is, dan blazen we dat op tot een klein ballonnetje. De wand van dat ballonnetje is als regel niet gelijkmatig van dikte; er zit een lensvormige verdikking in. Zo'n verdikking komt in allerlei opzichten bijzonder sterk overeen met het lensje in dat ene Van Leeuwenhoek microscoopje.
Het lensje in het hier getoonde microscoopje vertoont echter duidelijk kenmerken van een met de hand geslepen lensje. Overigens is de kwaliteit ervan uitstekend voor een uit één enkel stukje glas bestaand lensje. Het oplossend vermogen is 0,003 millimeter, dat wil zeggen dat punten die op deze afstand van elkaar liggen nog als afzonderlijke punten gezien worden. Punten die dichter bij elkaar liggen, vloeien in het beeld tot één geheel samen (zie: Schouten).

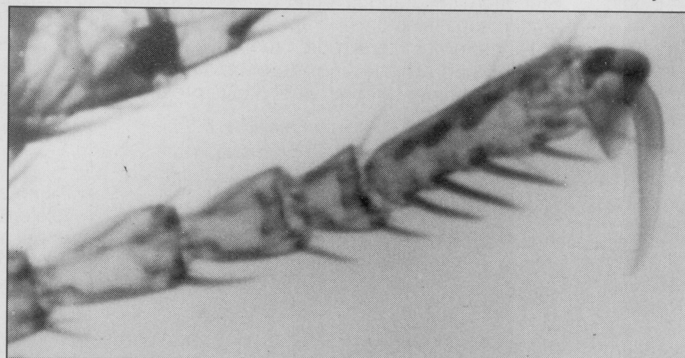



**Afb. 6: Objectmicrometer. Rechts boven: opname met een moderne microscoop met gecorrigeerde optiek.**




**Afb. 4: Kattevlo. Kop met oog (O) en antenne (A). Van de monddelen (M) vallen vooral de erbij behorende lange tasters op en de van zaagtandjes voorziene stilet waarmee de vlo steekt. Het basale deel van de voorste poot, de coxa (C).**

**Afb. 5: Kattevlo. Eindleden, tarsus, van een poot. Aan het laatste lid zitten klauwtjes.**



## Kijken door een Van Leeuwenhoek microscoop

Wanneer we naar een op de preparaatstift vastgekit object kijken, dan valt het op dat we erg fijne details kunnen waarnemen. We hebben weinig last van de normaal bij een dergelijk eenvoudig lensje voorkomende lensfouten wanneer het lensje op de in afb. 1 aangegeven manier als loep gebruikt wordt.
Helaas kunnen we dat voordeel niet geheel uitbuiten wanneer we het lensje in een foto-opstelling plaatsen en 63x vergrote afbeeldingen op film projecteren. Een voorbeeld daarvan is afb. 6. Met het 300 jaar oude lensje is een foto gemaakt van een objectmicrometer. Dat is een microscopisch "preparaat" waarin zich streepjes op afstanden van 0,01 millimeter bevinden. Aan de ene kant is het fantastisch dat zoiets lukt; aan de andere kant is duidelijk het verschil te zien met een opname met moderne optiek waarbij wel een aantal lensfouten gecorrigeerd is. ■

Wie helpt mij aan:

- preciese informatie over hoe ik data uit een C-64 via een draadverbinding naar een APPLE Mac kan sturen en vice versa.
- Preciese informatie over hoe ik een APPLE ImageWriter kan gebruiken samen met een C-64.

Ogé Kruijt, Pr. W. de Zwijgerlaan 2, 3993 BR Houten.



## Mono-Prismakijker

Een zeer bijzondere "halve" prismakijker met dubbele vergrotingsmogelijkheid.
De standaard voorlens (40 mm) is via bajonetsluiting losneembaar, waarna de grote tele-voorlens (60 mm) opgezet kan worden.
Met de standaard voorlens is de vergroting 12x
Met de tele-voorlens is de vergroting 20x!
Beeldhoek standaard voorlens 6° (105 mtr veld op 1 km afstand)
Beeldhoek tele-voorlens 3,5° (63 mtr veld op 1 km afstand)
Uiteraard weer de bekende optische topkwaliteit.

Compleet in stevige, zachtgevoerde lederen tas met draagriemen.

**Prijs, incl. verzendkosten f. 149,50**

Bestellen door storting van dit bedrag op giro 4998215 tnv Mens en Wetenschap te Huizen-Nh.

## Jaargangen nog leverbaar

Bij mens en Wetenschap zijn de jaargangen 1985, 1986 en 1987 nog verkrijgbaar (toen nog "Aarde&Kosmos/DJO" geheten).

| | |
|---|---|
| Jaargang 1986 | f.29,— |
| Jaargang 1987 | f.39,— |
| Jaargang 1988 | f.49,— |

Prijzen incl. verzendkosten. Bestellen door storting op giro 4998215 t.n.v. Mens en Wetenschap te Huizen-Nh.



PRISMAKIJKER 8 x 40 van dezelfde optische topkwaliteit als al onze andere prismakijkers.
Gebruik: algemeen, vakantie, natuur (vogels!) en sport.
Zicht op 1000 meter is 132 meter, uittreepupil 5 mm, scheidend vermogen 5,5". Gewicht 790 gram.

**Prijs (incl. verzendk.) 149,-**

Bestellen door storting van dit bedrag op giro 4998215 van Mens en Wetenschap te Huizen.



## Spiegel-telelens, model 8/500

Wereldvermaarde optische kwaliteit tesamen met hoogwaardige, metalen uitvoering. Een telelens van 500 mm, zowel uitstekend geschikt voor aards gebruik als vcor hemelfotografie. Standaard P-draaduitvoering. Met dubbele statiefaanpassing en stofkap.
PLUS extra vier filters: rood, groen, grijs en UV.
En: ook nog als teleskoop te gebruiken door speciale aanpas-adapter. Zelfs okulairprojektie is dan mogelijk.

**De prijs is slechts 595,-.**
**(Niet-A&K-DJO-leden 695,-)**

Aanpasring voor ieder kameratype 32,50. Adapter waarmee telelens teleskoop wordt 65,-.

## Spiegel-telelens, model 10/1000

Deze supertelelens van 1000 mm brandpunt is als kombinatie telelens-teleskoop werkelijk uniek! Met dubbele statiefaanpassing, P-draad uitvoering (alle typen kamera's zijn aansluitbaar via speciale ringen). PLUS weer de extra's: een rood, een groen en een UV filter. Tevens een stalen stofdeksel.

**Een even unieke prijs: slechts 795,-.**
**(Niet-A&K-DJO-leden 895,-)**

Aanpasring kamera 32,50. Adapter waarmee telelens teleskoop wordt 65,-; bijbehorend zenitprisma **60,-**. Verkrijgbare okulairen (K12 voor vergroting 90×, K18 voor 60× en K30 voor 35×) per stuk 60,-.

Bestellen door overmaking van het verschuldigde op giro 4998215 tnv de stichting Mens en Wetenschap te Huizen- Nh.

# Bent u ook zo nieuwsgierig?

Mens & Wetenschap wordt gemaakt vóór en dóór nieuwsgierige, of liever gezegd: leergierige mensen. Mensen die zich voortdurend afvragen: hoe komt dat, hoe werkt dat, hoe zit dat? Soms gaan die vragen over de natuur en ons milieu, dan weer over techniek. De één wil meer weten over astronomie en ruimtevaart, de ander interesseert zich vooral voor medische onderwerpen, de natuurwetenschappen of bijvoorbeeld informatica. Een heel goede manier om nieuwsgierigheid te bevredigen is: zelf met wetenschap aan de slag gaan. Daarom heeft Mens&Wetenschap elke maand een apart katern van De Jonge Onderzoeker (DJO) met veel praktische informatie en zelfdoe-artikelen.



### Op de hoogte blijven en... een aanbod

Om op de hoogte te blijven van de nieuwste ontwikkelingen op (één van) deze gebieden, is een abonnement op Mens&Wetenschap nog niet zo'n gek idee. U loopt dan niet het risico dat het nieuwste nummer net is uitverkocht.

## Wordt nu abonnee tegen een fantastisch aanbod




Mens&Wetenschap het eerste jaar voor de halve prijs (zie tabel op bestelbon)

of




De normale bij u passende abonnementsprijs (zie tabel), maar...
de complete jaargang van 1988 t.w.v. f. 49,- tegen slechts f. 6,50 voor de verzendkosten.

of




De normale bij u passende abonnementsprijs (zie tabel), maar...
2 naaldbanden voor het inbinden van 2 jaargangen Mens&Wetenschap.

### Vul onderstaande bon in en doe hem direct op de bus

Ja, ik ben nieuwsgierig en geef me op als abonnee van Mens & Wetenschap met ingang van nummer 6. Ik maak gebruik van uw aanbieding. Ik neem dus onmiddellijk een abonnement.

**A**

Hieronder aan te kruisen:

- ☐ 32,50 (voor gewone leden)
- ☐ 24,75 (jongeren beneden de 21), mijn geboortedatum is:
- ☐ 24,75 (WAO'ers en 65+ers)*
- ☐ 19,75 (scholentarief, school betaalt)

**B** of **C**

Hieronder aan te kruisen:

- ☐ 65,00 voor gewone leden
- ☐ 49,50 beneden 21 jaar, mijn geboortedatum is:
- ☐ 49,50 voor WAO'ers en 65+ers*
- ☐ 39,50 scholentarief (school betaalt)

**Naam**

**Adres**

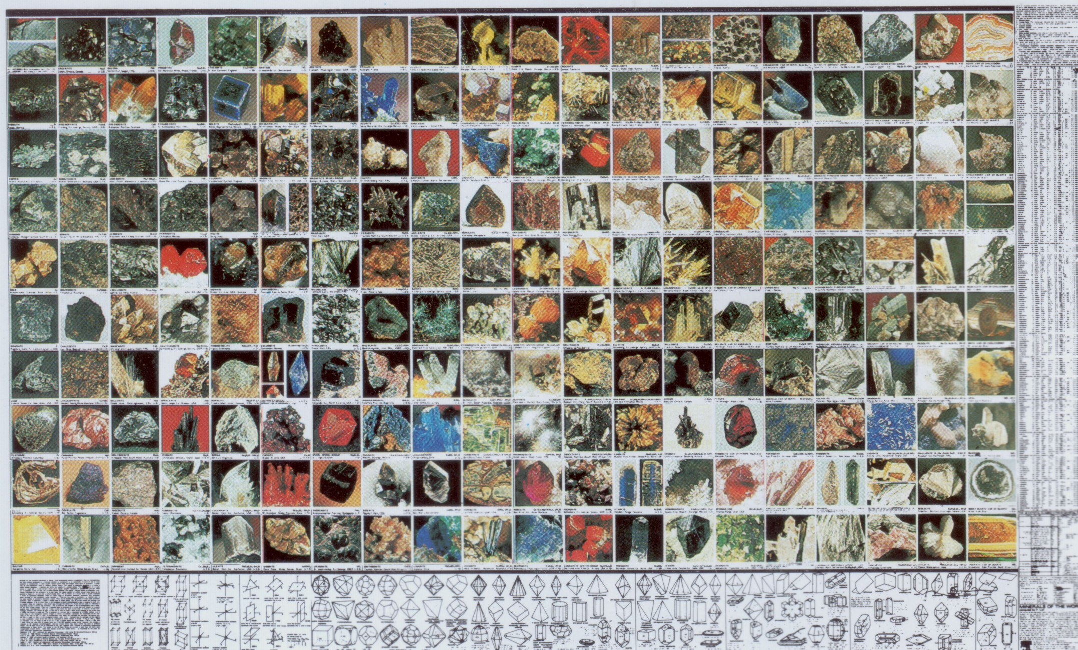
**Postcode**

**Woonplaats**

## LEZERSSERVICE

Iedere abonnee is automatisch lid van onze lezersservice. Dit betekent dat u gratis recht hebt op informatie en voorlichting (de Stichting Mens&Wetenschap beschikt voor dit doel over een voorlichtingscentrum in Huizen). Plus dat u kunt profiteren van aantrekkelijke kortingen op diverse artikelen (microscopen, telescopen, lenzen, boeken etc.).

## Minerals of the World (86 x 138 cm)



Een in prachtige kleuren uitgevoerde wandkaart van maar liefst 86 x 136 cm waarop 200 mineralen zijn afgebeeld. Compleet met mineralogische, kristallografische, chemische en natuurkundige gegevens.
Speciaal voor scholen, studenten, amateurs, verzamelaars, hobbyisten en een ieder met belangstelling voor mineralen.
Deze unieke kaart maakt het mogelijk om heel snel en eenvoudig mineralen te herkennen met bijbehorende gegevens. Een Nederlandse tekstbegeleiding is bijgevoegd.

**Bestellen**
Door overmaking van het verschuldigde bedrag op giro 4998215 t.n.v. de Stichting Mens en Wetenschap te Huizen-Nh.
Deze kaart wordt opgerold in een koker verzonden.

**Slechts 30,–**
**(inclusief verzendkosten).**



## Voor wie het nog dichter bij wil zien is er de Tento 20 x 60

**Compleet met tas en speciale oculair filters en statiefbevestiging.**
**Een uitstekende kijker voor langdurige waarnemingen. Gezichtsveld op 1000 meter is 62 meter. Gewicht 1400 gram.**

**Van 230,– voor slechts 198,50**
(incl. verzendkosten).

Bestellen door storting op giro 4998215 t.n.v. Mens en Wetenschap te Huizen. Levering uit voorraad.

MENS & WETENSCHAP

## Jaargangen nog leverbaar

Bij Mens en Wetenschap zijn de jaargangen 1985, 1986 en 1987 nog verkrijgbaar (toen nog „Aarde&Kosmos/DJO" geheten).

Jaargang 1986 ƒ 29,–
Jaargang 1987 ƒ 39,–
Jaargang 1988 ƒ 49,–
Prijzen incl. verzendkosten. Bestellen door storting op giro 4998215 t.n.v. Mens en Wetenschap te Huizen-Nh.



## NAALDBANDEN

**voor het opbergen van „Mens & Wetenschap" (Aarde & Kosmos).**

Zeer stevige banden in linnen uitvoering. Bestellen door overmaking van 19,50 (incl. verzendkosten) op giro 4998215 t.n.v. de stichting Mens en Wetenschap te Huizen-Nh.

(* dit tarief is in de loop van 1989 in werking getreden)

NB: als u dit blad liever niet wilt verknippen, neem dan ALLE AANGEKRUISTE gegevens over op een briefkaart

Geen postzegel

**Aan:**

**Mens & Wetenschap**

**Antwoordnummer 108**

**1270 VB Huizen-Nh**